

HRZZ Istraživački projekti (IP-09-2014)



## Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena

Cretaceous GEOdynamic PROOFS in the Dinarides and  
Pannonian Basin

**GEOPROOFS**  
**HRZZ IP-2014-09-9541**

**Javno predstavljanje objavljenih rezultata istraživanja**  
Public presentation of results and project outcomes

16. svibnja, 2019.



Za pristup službenoj mrežnoj stranici projekta GEOPROOFS skenirajte



ili posjetite

**[www.pmf.unizg.hr/geol/geoproofs](http://www.pmf.unizg.hr/geol/geoproofs)**

Ovu publikaciju financirala je Hrvatska zaklada za znanost projektom  
HRZZ IP-2014-09-9541

## Sadržaj

Sažeti prikaz projekta Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena .....	1
Istraživački tim.....	3
Tema 01: Alpski magmatizam u Slavoniji .....	7
Tema 02: Alpski metamorfizam u Slavoniji .....	8
Tema 03: Alpski magmatizam na Moslavačkoj gori .....	10
Tema 04: Alpski metamorfizam na Moslavačkoj gori .....	12
Tema 05: Alpski metamorfizam u Zagorsko-srednjedunavskoj zoni (Medvednica) .....	14
Tema 06: Alpski metamorfizam u Dinaridima .....	15
Tema 07: Termalna povijest terena u kredi (kristalinitet illita).....	17
Tema 08: Akcesorni minerali kao indikatori geodinamike, implementacija novih tehnika .....	18
Tema 09: Evolucija sinorogenetskih bazena .....	19
Tema 10: Nove bentičke foraminifere i zajednice u gornjokrednim platformnim (AdCP) naslagama otoka Brača .....	20
Tema 11: Istraživanja karbonatnih naslaga na prijelazu kreda–paleogen (K/Pg) provedena na platformnim (AdCP) naslagama otoka Brača .....	22
Tema 12: Istra – donjokredni slijed (gornji barem–gornji alb) naslaga – emerzijske pojave .....	25
Tema 13: Dubokomorske naslage na prijelazu kreda–paleogen (K/Pg) podnožja Biokova, okolice Omiša i Zadvarja.....	27
Tema 14: Plitkomorske naslage na prijelazu kreda–paleogen (K/Pg) – Konavle i Lopud.....	28
Tema 15: Svilaja – donjokredni slijed (gornji barem–gornji alb) naslaga – OAE 1a .....	30
Razvoj metoda potrebnih za istraživanja .....	31
Neplanirani rezultati.....	32
Diseminacijske i popularizacijske aktivnosti.....	33
Bibliografija projekta .....	35
Galerija .....	41



Grafički prikaz toka ideja nastao nakon „brainstorminga“.

## Sažeti prikaz projekta

### Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena

Dražen Balen

Izuzetno složeni geološki sustav koji obuhvaća Dinaride, kristalinsku podlogu Panonskog bazena te njihova okolna područja jedno je od znanstveno najintragantnijih područja Europe. U periodu krede, posebno na granici gornje i donje krede, značajni odjeci geodinamskih procesa koji su se odvijali na globalnoj razini identificirani su u stijenama kristalinske podloge, kao i u sinorogenetskim klastičnim sedimentima, ali i u sedimentnom zapisu ranije vrlo stabilne karbonatne platforme. Detaljno istraživanje te definiranje kristalinskih stijena različitih krednih starosti, njihovo porijeklo i način pojavljivanja, zajedno s istraživanjem brojnih i raznolikih klastičnih formacija koje pripadaju slijedu taložnih bazena nastalih u različitim tektonskim okolišima, razotkrit će trenutno prikrivene odnose između magmatskih, metamorfnih i sedimentnih procesa i tektonskih zbivanja. Ta su tektonska zbivanja rezultat međuovisne (geo)dinamske evolucije velikih tektonskih jedinica koje su pripadale promatranom području u vrijeme krede. Dobiveni će podaci biti upotpunjeni analizom raznolikosti facijesa koja je ostala zabilježena u gornjokrednom slijedu Krških Dinarida.

Projekt je realiziran kroz paralelna terenska, kabinetska i laboratorijska istraživanja, korištenjem suvremenih metoda i postupaka istraživanja koje su provele tri dijelom preklapajuće radne skupine u stalnoj interakciji. Radne skupine su usmjerene na istraživanja kristalinske podloge, sedimentološka istraživanja okolnih klastičnih taložnih bazena te na istraživanje varijabilnosti istovremenih okoliša karbonatne platforme. Prikupljeni podaci zasigurno doprinose rekonstrukciji geodinamske evolucije Dinaridsko-alpsko-panonskog područja kao cjeline. U tom su kontekstu rezultati prikupljeni ovakvim složenim i multidisciplinarnim pristupom od općeg interesa za sve koji se bave geološkom prošlosti alpske Europe, kao i današnjeg Dinaridsko-alpsko-panonskog područja. Ciljevi istraživanja radnih skupina (RS) obuhvaćaju:

#RS1: stjecanje novog uvida u procese i produkte glavnih krednih događaja u evoluciji Dinarida i reliktima kristalinske podloge Panonskog bazena i Dinarida. To uključuje nove spoznaje o magmatskim i metamorfnim procesima, njihovom relativnom slijedu, kao i ovisnosti o tlaku i temperaturi te tektonskim procesima od šireg značaja. Na taj način omogućeno je stvaranje novih geodinamskih modela i poboljšanje korelacije s okolnim terenima i relevantnim magmatsko-metamorfnim kompleksima. Pojedinačni ciljevi uključuju: definiranje uvjeta nastanka, utočnjavanje podataka o starostima magmatskih i metamorfnih kompleksa te njihovih međusobnih odnosa korištenjem metoda određivanja starosti specifičnih minerala koji se javljaju u striktno definiranim mineralnim asocijacijama odnosno paragenezama.

#RS2: prikupljenje novih spoznaja o do sada relativno slabo poznatoj tektonskoj evoluciji sjeveroistočnog dijela dinarskog orogena, kao dijela alpskog lanca, temeljem informacija sačuvanih u krednim klastičnim formacijama. Terenska sedimentološka i stratigrafska istraživanja, te detaljna analiza provenijencije klastičnih jedinica daju informacije o ulozi recikliranja, tipova taložnih bazena i njihovih tektonskih okoliša, propagaciji tektonskih struktura kao i zatvaranju oceana. Pojedinačni ciljevi su: definiranje izvorišta sedimentata kako bi se procijenio doprinos detritičnog materijala porijeklom iz različitih tektonskih jedinica, čime se definiraju značajni regionalni paleogeografski odnosi tijekom krede, uključujući paleogeografske veze unutar samog bazenskog sustava. Daljnji je cilj poboljšavanje često problematičnih korelacija izoliranih i "krpastih" izdanaka deformiranog krednog klastičnog slijeda kroz Dinaride. Postavlja se i okvir za starost naslaga identificiranjem najmlađeg mineralnog detritičnog materijala uz pomoć biostratigrafije, te utvrđuje regionalni utjecaj i razmjere izdizanja kredne podloge na produkciju sedimenta i njihovo rasprostranjenje kroz Dinaride, te procijena doprinosa magmatske aktivnosti kao izvorišta sedimentnog materijala identificiranjem detritičnih zrna sa sinsedimentacijskim starostima kristalizacije.

#RS3: analiza kredne evolucije Jadranske karbonatne platforme kako bi se razlučio utjecaj eustatskih promjena razine mora, sinsedimentacijske tektonike i globalnih zbivanja (kao što je dobro poznati Oceanski anoksični događaj, OAE) na utvrđenu varijabilnost facijesa. Pomna prostorna i vremenska korelacija događaja zabilježenih u karbonatnim stijenama u području Krških Dinarida doprinosi prepoznavanju utjecaja tektonskih zbivanja u većem mjerilu koja su zabilježena u kristalinskoj podlozi i bazenskim područjima između tih cjelina. Pojedinačni su ciljevi: korelacija gornjokrednih povremenih događaja potapanja platforme te korelacija završnog izdizanja Jadranske karbonatne platforme koje pokazuje značajne vremenske varijacije.

Dobiven je veliki broj novih fundamentalnih saznanja o evoluciji i strukturi Zemljine kore u proučavanom području, kao i o procesima i parametrima koje je moguće prepoznati na njenoj površini. Rezultati su vezani uz nepotpuno istražena pa čak i dijelom nepoznata područja, objekte istraživanja i teme te doprinose rješavanju dosadašnjih nejasnoća.

Tri su osnovna cilja cijelog projekta:

- 1) Uspostaviti snažnu domaću i međunarodnu suradnju i razmjenu neophodnu za znanstveni razvoj.
- 2) Produciranje visokokvalitetnih znanstvenih rezultata objavljivanjem znanstvenih radova u značajnim časopisima.
- 3) Razvoj mladih znanstvenika kroz njihovo upoznavanje s novim znanjima i metodama, usavršavanje u inozemnim institucijama, usvajanje visokih znanstvenih kriterija, sudjelovanje na domaćim i međunarodnim skupovima te uspješan rad na doktorskom radu i postdoktorskim istraživanjima.

## Istraživački tim



### Dražen Balen

Glavni istraživač (voditelj projekta) i član RS1, višegodišnje iskustvo u petrologiji magmatskih i metamornih stijena, geokemiji i mineralogiji, u posljednje vrijeme usredotočen na geodinamske procese u magmatskim i metamornim okolišima i geotermobarometriju.



### Darko Tibljaš

Član RS1, dugogodišnje iskustvo u metodama analize različitih mineraloških, kemijskih i geoloških materijala s posebnim naglaskom na difrakciju X-zraka (XRD) te skenirajuću elektronsku mikroskopiju (SEM).



### Davor Pavelić

Član RS2, terenski rad, regionalne rekonstrukcije. Vrlo iskusan istraživač u području sedimentne petrologije i regionalnim rekonstrukcijama događaja.





### **Bruno Tomljenović**

Prvenstveno član RS3 te savjetnik cijelog projekta po pitanju tektonike u globalnim razmjerima, također odgovoran za strukturno geološki dio terenskih istraživanja.



### **Igor Vlahović**

Član RS3; terenski rad (uzorkovanje i geološko kartiranje), sedimentologija karbonata, analiza mikrofacijesa, analiza stabilnih izotopa.

### **Ivo Velić**

Član RS3; terenski rad, biostratigrafija, regionalna geologija, korelacija facijesa.



### **Blanka Cvetko Tešović**

Član RS3, analiza krednih karbonatnih facijesa, litostratigrafija, biostratigrafija, paleoekologija, te biote (bentičke i planktonske foraminifere, vapnenačke alge itd.) karbonatnih platformi Tetisa. Analiza stabilnih izotopa.





### **Marijan Kovačić**

Član RS2, analiza zajednica teških minerala, polarizacijska mikroskopija, terenski rad, iskustvo u karakterizaciji modernih i nekadašnjih taložnih okoliša, posebno klastičnih.



### **Borna Lužar-Oberiter**

Član RS2, uključen u terenska istraživanja, pripremu uzoraka i laboratorijske analize. Ima višegodišnje iskustvo u sedimentologiji klastita i analizi provenijencije, uključujući petrografiju i analizu teških minerala, kao i suvremenim analitičkim metodama kao što su XRF, elektronska mikroskopija, "fision track" termokronologija.



### **Maja Martinuš**

Član RS3, sedimentologija karbonatnih naslaga i njihova dijagenaza, razumijevanje procesa koji uzrokuju promjene uvjeta u taložnom okolišu i rezultiraju nastankom površina prekida taloženja, prepoznavanje i interpretacija različitih tipova površina prekida taloženja te procjena njihovog značaja u razvoju karbonatne platforme.

### **Zorica Petrinc**

Član RS1, istraživanja u području magmatskih i metamorfnih procesa i reakcija u mikro-mjerilu korištenjem polarizacijskog mikroskopa, elektronske mikroskopske (EPMA) te geokemije.

**Frane Marković**

Član RS1 i RS2, analiza provenijencije, Ar-Ar određivanja starosti, geokemija, analiza teških minerala, elektronska mikroskopija.

**Petra Schneider**

Član RS1, analiza akcesornih minerala, izotopna određivanja starosti, geokemija, elektronska mikrosonda.

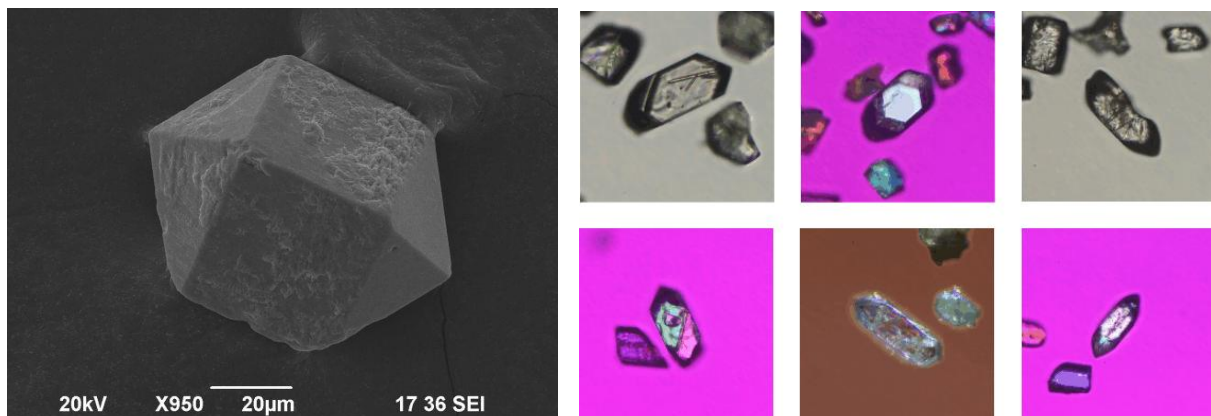
## Tema 01: Alpski magmatizam u Slavoniji

Dražen Balen

Magmatski procesi tijekom krede u Slavoniji istraživani su u području kolizijske zone između europske i afričke ploče. Predmet istraživanja bio je A-tip granita kod Požege, te kiseli efuzivi u okolici (Vučjak) i oni kod Voćina (Rupnica). Uz petrografske i geokemijske značajke stijena, posebna pažnja posvećena je akcesornim mineralima, posebice cirkonu koji je izučavan kroz morfološke, geokemijske i spektroskopske značajke. Uz cirkon su od akcesornih minerala detaljno proučavani hematit s eksolucijama ilmenita, apatit, monacit i  $\text{TiO}_2$  faza (anatas, rutil?). Kao inkluzije u cirkonu pronađeni su kokchetavit i kumdykolit(?) – polimorfne modifikacije feldspata – što uz nedovoljno potvrđeni kristobalit omogućava nastavak daljnjih istraživanja iz perspektive tzv. nanogranita. Istraživani granit pokazuje geokemijske značajke  $A_2$ -tipa granita porijeklom iz donje kontinentalne kore. Morfologija cirkona i visoke temperature nastanka taljevine ( $T=860-950^\circ\text{C}$ ) ukazuju i na određeni doprinos plašta. Uzdizanje taljevine lokalizirano je duž suturne zone između Europe i Adrije tj. geodinamske cjeline u literaturi poznate kao Savska zona. Pojava A-tipa granita ukazuje na značajnu promjenu geotektonskog režima iz kompresije u ekstenziju i otvaranje novog zalučnog bazenskog prostora (*back-arc*). Taj događaj smješten je na  $\sim 86$  Ma tj. između  $86.3 \pm 1.0$  Ma i  $85.9 \pm 1.4$  Ma upotrebom tri „radiometrijska sata“ ( $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  i  $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$ ) na cirkonima i odgovara paleontološkim i sedimentacijskim procesima u istraživanom području.

Na temu ovih istraživanja održana su dva vrlo zapažena predavanja, jedno s težištem na geokemijskim značajkama granita na skupu Golschmidt 2017 u Parizu, te na CAM-2017 u Beču, s težištem na značajkama akcesornih minerala. Posterske prezentacije održane su na EGU i AGU skupovima. Kolegica Petra Schneider obranila je diplomski rad na temu alpskog magmatizma, a za taj rad nagrađena je i godišnjom nagradom Hrvatskog geološkog društva.

Rezultati rada radne skupine 1 i uz njega vezane međunarodne suradnje (Njemačka, Slovačka) u recenzentskom postupku su u znanstvenom časopisu *Mineralogy and Petrology*.



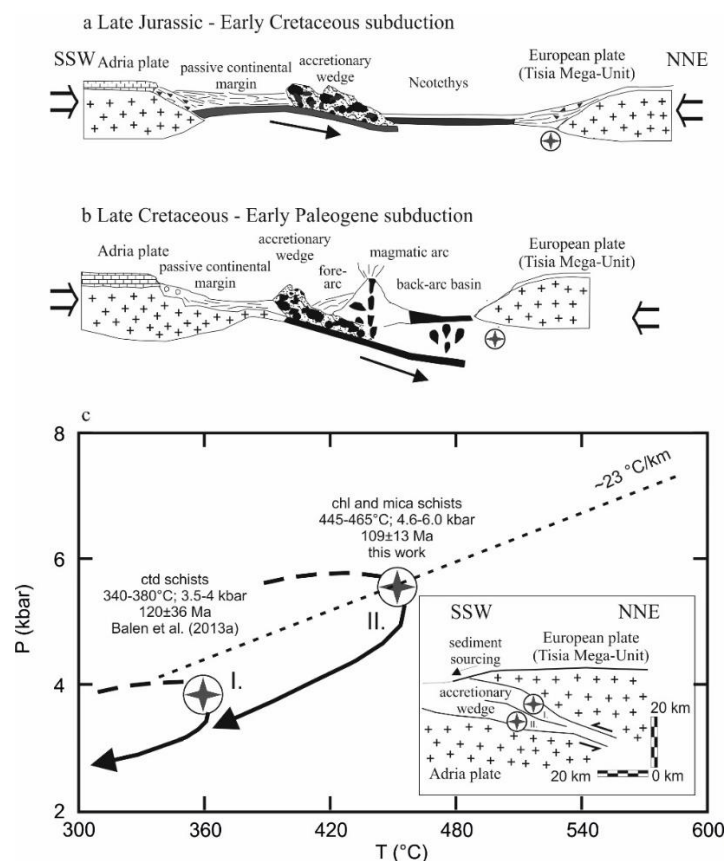
Tipična morfologija cirkona izdvojenog iz granita Požeške gore, SEM snimak (lijevo). Morfologija i tipovi cirkona izdvojenih iz riolita Rupnice, snimljeno polarizacijskim mikroskopom (desno).

## Tema 02: Alpski metamorfizam u Slavoniji

Dražen Balen

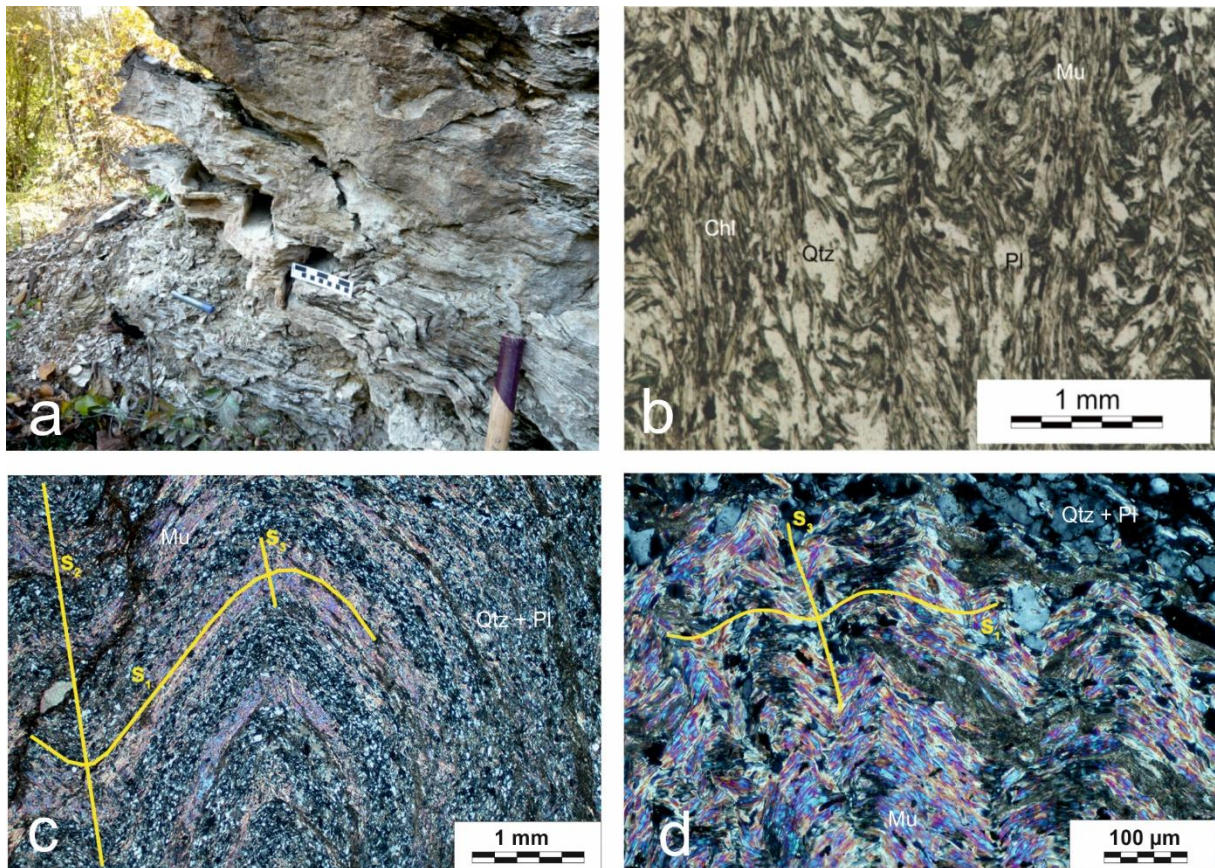
Alpski metamorfizam u Slavonskim planinama vrlo je niskog i niskog stupnja i teško ga je detektirati i razdvojiti u odnosu na starije i intenzivnije stupnjeve metamorfizma. Škriljavci niskog stupnja metamorfizma istraživani su geokemijskim metodama, modelirani su P-T uvjeti njihova nastanka i određena im je starost *in situ* metodom U-Th-Pb datiranja na monacitu. Protolit tih stijena je iz gornje kontinentalne kore (felsične stijene) i najvjerojatniji kandidat za protolit su stijene nastale trošenjem izloženih predalpskih litologija Papuka. Složena mikrotektonska građa u sprezi s termobarometrijskim modeliranjem ukazala je na vršne metamorfne uvjete od 445-465 °C i 4.6-6.0 kbar za uzorak iz Kutjeva (istočni dio istraživanog područja) te 450-460 °C i 5.2-6.0 kbar za uzorak iz Vranova (zapadni dio). Datiranja monacita dala su starost od 109.0±13.1 Ma (2  $\sigma$ ) s tri moguće podgrupe na 225±63 (2 analize), 114±24 i 83±22 Ma. Polimetamorfizam istraživanih škriljavaca odvio se na dubini od ca. 20 km tijekom alpskog kolizijskog događaja koji je prouzrokovao zadebljanje kontinentalne kore.

Rezultati su objavljeni u znanstvenom časopisu International Geology Review, održana su predavanja na skupu EGU 2016 u Beču i TSK 2016 u Bonnu. Dio istraživanja predstavljen je na Hrvatskom geološkom kongresu u Osijeku 2015 u vidu pozvanog predavanja (*key lecture*).



(a), (b) Vjerojatni scenario geodinamske evolucije sjevernog ruba Dinarida (Adria-Europe) i (c) rekonstruirani P-T metamorfni putevi.





**(a)** Izdanak alpskih škriljavaca Slavonskih planina (Vranovo), širina izdanka oko 1 m. **(b)** Tipična mikrotektonska građa uzorka kloritnog škriljavca iz Kutjeva, Chl=klorit, Qtz=kvarc, Pl=plagioklas (albit), Mu=bijeli tinjac; **(c)** i **(d)** Mikrofotografije uzorka iz Vranova s višestrukim folijacijama (S)

## Tema 03: Alpski magmatizam na Moslavačkoj gori

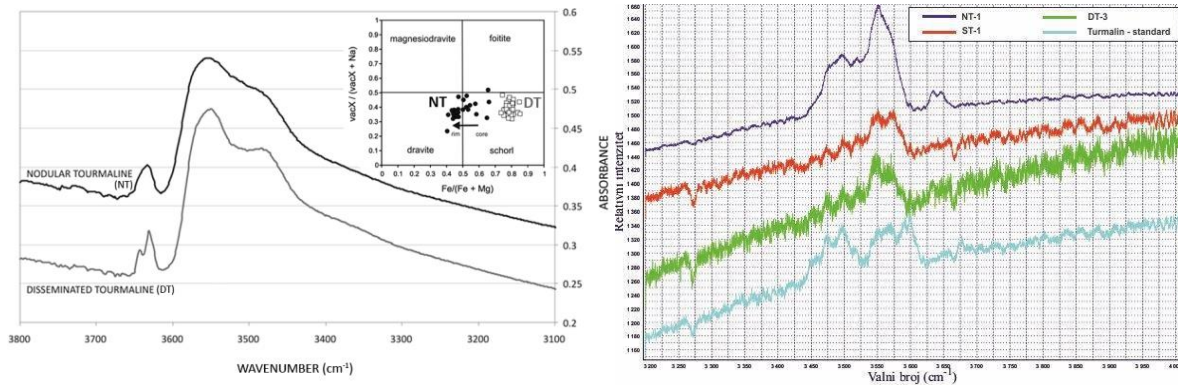
Zorica Petrinec

Istraživanja magmatskih procesa uključenih u evoluciju moslavačke kristalinske mase odvijala su se u dva smjera. Jedan je imao za cilj definirati dodatne detalje geneze i evolucije dvaju najzastupljenijih varijeteta granitoidnih stijena istraživanjem različitih pojavnih oblika turmalina – nodularnog schorl-dravita koji se javlja u dvotinjčastim granitima i diseminiranog schorla koji dolazi u leukogranitima. Dosadašnja istraživanja navedenih tipova turmalina dopunjena su istraživanjima njihovih infracrvenih spektara u O-H vibracijskom području ( $3800-3100\text{ cm}^{-1}$ ), pri čemu su definirane dvije bitno različite O-H vibracijske vrpce s jasno definiranim apsorpcijskim maksimumima koji ukazuju na njihovu različitu mineralnu evoluciju. Karakteristike vibracijskih vrpce nodularnog turmalina ukazuju na viši sadržaj vode u sustavu u trenutku njihova formiranja, što se može protumačiti povišenom koncentracijom fluida koncentriranog u izoliranim mikrosustavima (volumenima) iz kojih su u konačnici formirane turmalinske nodule. Također, istraživanja infracrvenih spektara nisu pokazala razlike između diseminiranog turmalina koji dolazi u formi izoliranih kristala te radijalnih agregata, turmalinskih sunaca odnosno potvrđeno je da se u oba slučaja radi o istom genetskom tipu unutar kojeg je moguće razlikovati dva morfološka podtipa.

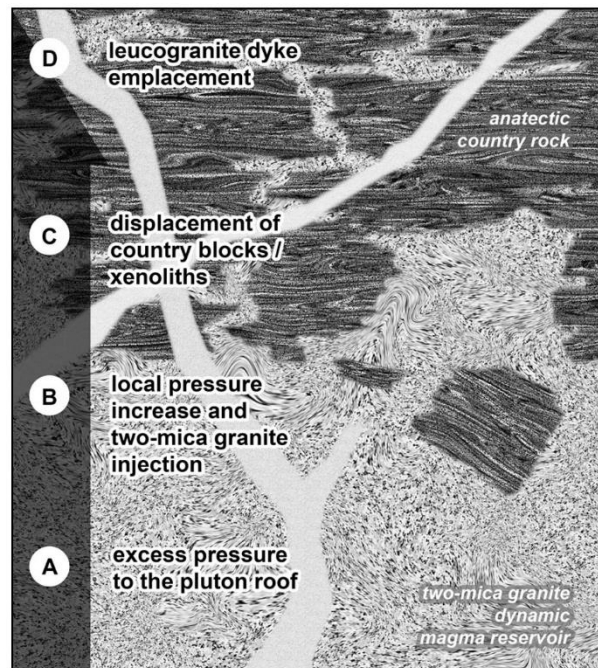
Drugi smjer istraživanja krednog magmatizma na Moslavačkoj gori potpuno je drugačijeg karaktera i usmjeren prvenstveno ka definiranju same mehanike procesa utiskivanja granita u vršni nivo kontinentske kore u Savskoj zoni. Naime, granitne intruzije često sadrže ne samo geokemijske i/ili strukturne zapise višestrukih interakcija magmi, praćenih miješanjem različitih volumena taljevine, već i karakteristike nastale interakcijom magmi sa stijenama starijeg metamorfnog sklopa prilikom probijanja magme prema površini ili na mjestu konačnog utiskivanja. Upravo iz tog razloga ovaj dio interpretacije završne faze kredne evolucije moslavačkog kristalina nije moguće odvojiti od detaljnih istraživanja procesa zabilježenih u ksenolitima metamorfnih stijena opisanih u dijelu posvećenom njegovoj metamorfnoj evoluciji. Iako su metapeliti generalno detaljniji „zapisničari“ metamorfnih zbivanja, njihovi izdanci na Moslavačkoj gori ograničeni su uglavnom na usjeke cesta i putova te korita potoka, pri čemu se kontakti prema granitima rijetko opažaju zbog pokrivenosti terena, pa se takve pojave mogu nazvati točkastima i ponuditi ograničenu količinu informacija o samoj prirodi interakcije ksenolita s intrudirajućom magmom. Za razliku od njih, na području zapuštenog kamenoloma Pleterac u središnjem dijelu moslavačkog masiva izdaju se jedinstvena pojava metabazitnih stijena koje se javljaju u formi monogenetskog roja ksenolita dekametarskih dimenzija, jasno vidljivih odnosa prema granitnoj masi. Terenske karakteristike, dopunjene mikrostrukturnim i geokemijskim podacima, kako ksenolita, tako i različitih varijeteta granita, ukazuju na krto do krto-duktilno ponašanje blokova fragmentiranog metamorfnog sklopa Moslavačke gore u trenutku kada je dolazilo do intruzija raznih varijeteta granita. Nadalje, pojave različitih varijeteta granita na području Pleterca potvrđuju postojanje barem dva jasno definirana magmatska pulsa na području Moslavačke gore koji su doveli do utiskivanja dvotinjčastih granita te leukogranita, svakog okarakteriziranog ranije navedenim specifičnom pojavom turmalina.

Rezultati istraživanja turmalina sastavni su dio diplomskog rada kolegice Valentine Juranić i prezentirani su na Hrvatskom geološkom kongresu 2015. godine u Osijeku (postersko priopćenje). Istraživanje mehanizma intruzije te interakcije granita sa stijenama starijeg metamorfnog sklopa, kao i priroda procesa opaženih u ksenolitima, sastavni su dio studentskog rada koji je u akad. god. 2017./18. dobio Rektorovu nagradu Sveučilišta u Zagrebu (kolegica Iva Olić, tada još studentica diplomskog studija geologije) i prezentirani su kao dio predavanja na skupu EGU 2019 u Beču.





Prikaz spektara raznih tipova turmalina FTIR metodom (lijevo), te spektri snimljeni Raman spektroskopijom (desno) potvrdili su genetske razlike između nodularnog i diseminiranog turmalina Moslavačke gore.



(a) Panoramski pogled na jedan dio kamenoloma Pleterac, vidljivi su metabazitni blokovi u granitnoj osnovi. (b) i (c) Oštar kontakt ksenolita s granitnim domaćinom te način na koji leukokratske žile presijecaju blokove ukazuju na krto ponašanje blokova prilikom intruzija raznih tipova granita. Desno je prikazan pojednostavljeni slijed zbivanja vidljivih na lokalitetu Pleterac.



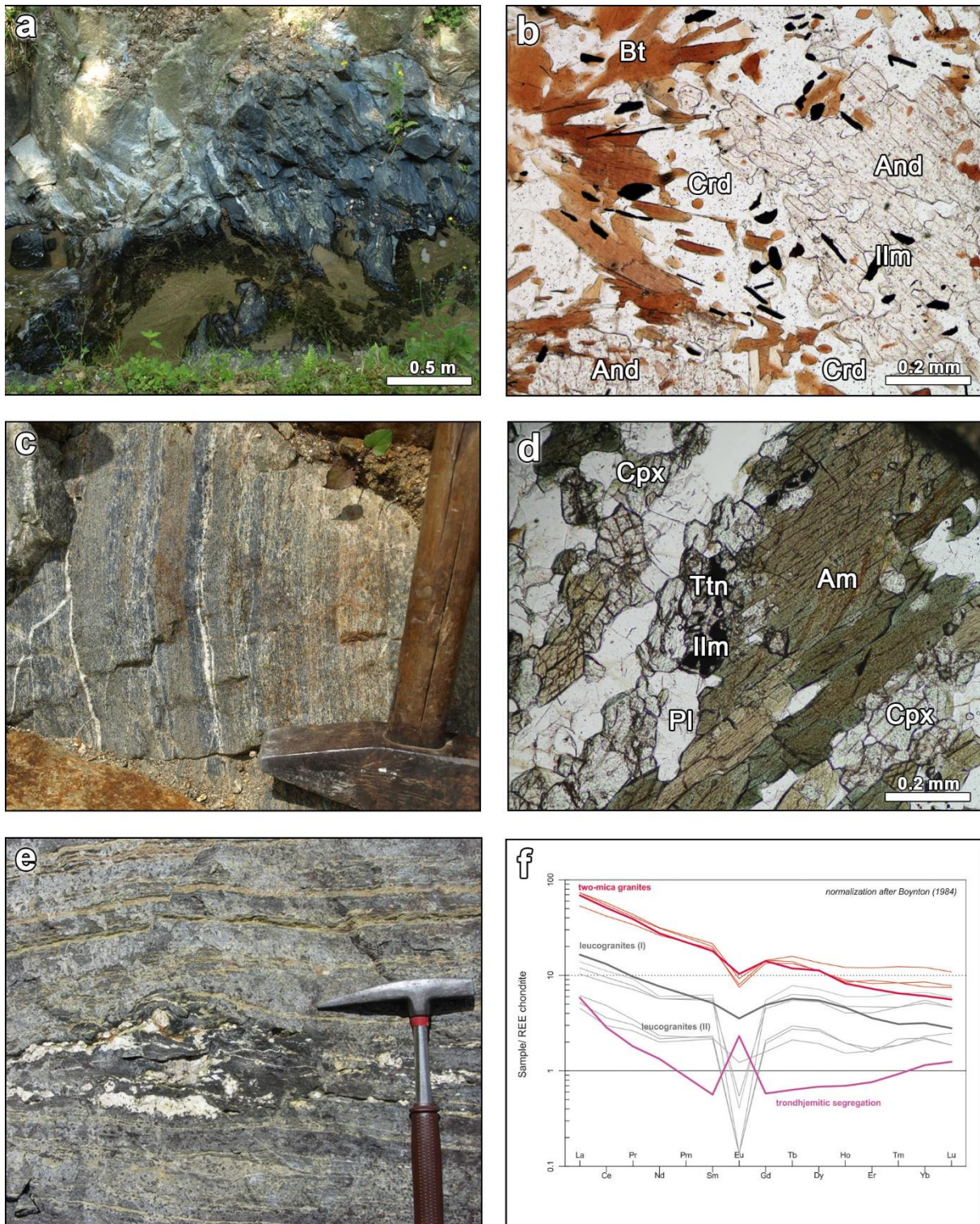
## Tema 04: Alpski metamorfizam na Moslavačkoj gori

Zorica Petrinec

Metapeliti i metabaziti čine dvije dominantne skupine metamorfnih stijena koje se gotovo redovito javljaju kao ksenoliti centimetarskih do heksameterskih dimenzija unutar glavne moslavačke granitne mase. Mikrostrukturalna i geokemijska istraživanja metapelita poslužila su kao osnova za definiranje slijeda reakcija dehidracijskog taljenja biotita u prisutnosti alumosilikatne faze (andaluzita i/ili sillimanita), pri čemu nastaje cordierit ( $\pm$  granat) kao glavna peritektička faza. Temodinamskim modeliranjem procijenjeni su vršni uvjeti metamorfizma ( $\sim 4,5$  kbar,  $\sim 720^\circ\text{C}$ ) čiju starost, određivanu na temelju *in situ* datiranja monacita u točno određenom mikrostrukturnom kontekstu, još uvijek nije moguće vezati isključivo za kedu zbog postojanja skupina starosti koje ukazuju i na ranije metamorfne događaje. No, čak i takvi podaci upućuju na odvijanje reakcija parcijalnog taljenja u vremenu koje je barem nekoliko milijuna godina prethodilo glavnoj magmatskoj epizodi odnosno utiskivanju glavne mase dvotinjčastog granita ( $\sim 82$  mil. god). Drugu veliku skupinu ksenolita čine fragmenti metabazita, čije mikrostrukturne i geokemijske karakteristike također ukazuju na odvijanje reakcija parcijalnog taljenja. U ovom slučaju radi se o dehidracijskom taljenju hornblende u prisutnosti plagioklasa i kvarca, pri čemu kao produkti redovito nastaju diopsid  $\pm$  granat (ovisno o lokalnom kemizmu protolita) te trondhjemitna taljevina. Iako su ranija istraživanja mineralne parageneze prisutne u različitim strukturno-teksturnim varijetetima metabazita definirala kao rezultate odvijanja subsolidusnih metamorfnih reakcija, ovdje provedena detaljna terenska, mikrostrukturalna i geokemijska istraživanja idu u prilog anatektičkom karakteru opisanih procesa. Posebno se to odnosi na pojave lećastih konkordantnih leukokratskih (trondhjemitnih) segregacija unutar metabazitnih ksenolita s diopsidom ( $\pm$  granatom) koje prate folijaciju unutar samih ksenolita, kao i mjestimične subcentimetarske do centimetarske diskordantne žilne pojave istog sastava. Sve one ukazuju na produkciju taljevine unutar metabazita, a mjestimično i na njenu ekstrakciju u relativno ograničenom obujmu. Istovjetan karakter reakcija zabilježenih u različitim metamorfnim litologijama ukazuje na univerzalnost reakcija parcijalnog taljenja u stijenama moslavačkog metamorfnog sklopa, vezujući ih uz procese koji su prethodili samoj intruziji glavne mase dvotinjčastog moslavačkog granita.

Metamorfne stijene najčešće se koriste kao zapisi metamorfnih procesa u vidu razvoja različitih mineralnih parageneza, ovisnih o promjeni tlaka i temperature sustava, ali mogu biti i ključni dokazi deformacijskih događaja koji često imaju širi, regionalni značaj. Posebno su dobro takvi zapisi očuvani u metagranitima južnih dijelova moslavačkog kristalina, gdje je bilo moguće rekonstruirati pomake krovinskih naslaga analiziranih uzoraka te razmotriti moguće regionalne implikacije utvrđenih deformacijskih događaja.

Rezultati opisanih istraživanja metabazitnih ksenolita te definiranje odvijanja reakcija parcijalnog taljenja također su sastavni dio rada kolegice Ive Olić, koji je u akad. god. 2017./18. dobio Rektorovu nagradu Sveučilišta u Zagrebu i dijelom su prezentirani u sklopu predavanja na skupu EGU 2019 u Beču. Podaci prikupljeni istraživanjem metapelitnih ksenolita objedinjeni su u formi izvornog znanstvenog članka i u pripremljenoj su fazi za publiciranje u časopisu s međunarodnom recenzijom. Istraživanja metagranita južnih dijelova Moslavačke gore bila su dio jednog završnog rada (Iva Olić, mentor D. Balen).



(a) Rijetki izdanci metapelitnih ksenolita s jasno vidljivim kontaktom prema granitnom domaćinu uglavnom su duž šumskih cesta i korita potoka. (b) Mikrostrukturni zapis reakcije dehidracijskog taljenja biotita u metameplitima u prisutnosti andaluzita, pri čemu nastaje kordijerit. -N (c) Detalj metabazitnog ksenolita s naglašenom folijacijom uslijed izdvajanja diopsidom bogatih i leukokratskih domena. (d) Mikrostrukturni zapis dehidracijskog taljenja hornblende u metabazitima u prisutnosti plagioklasa, gdje se kao produkti javljaju diopsid i titanit. -N (e) Konkordanta leukokratska segregacija lećastog oblika nastala kao posljedica anatektičkih reakcija u metabazitima. Predstavlja leukosom koji je ostao zadržan *in situ*. (f) Usporedni prikaz geokemijskih karakteristika (REE trendovi) dvaju osnovnih tipa granita na Moslavačkoj gori (dvočinčasti graniti i leukograniti) i trondhjemitnog leukosoma.

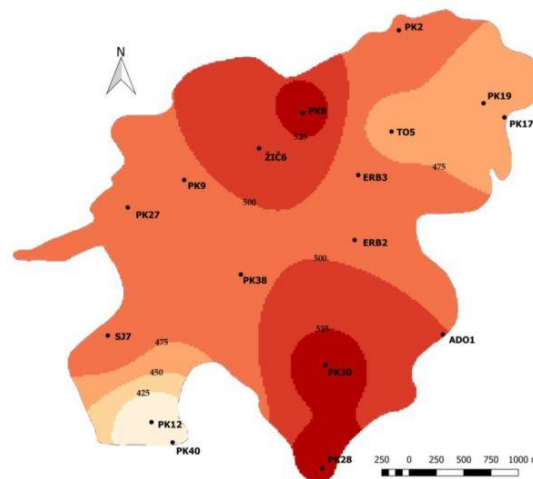


## Tema 05: Alpski metamorfizam u Zagorsko-srednjedunavskoj zoni (Medvednica)

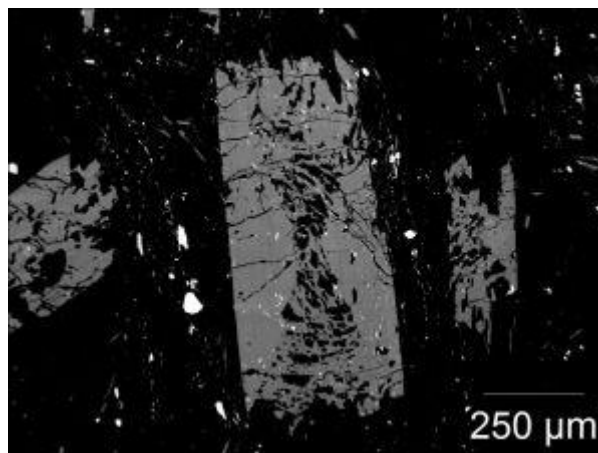
Dražen Balen

Metamorfni procesi na Medvednici vezani su uz nastanak zelenih škriljavaca i srodnih metamornih stijena. Geotermobarometrijsko modeliranje dalo je P-T uvjete nastanka stijena od 375°C i 430 MPa što odgovara nižim dijelovima facijesa zelenih škriljavaca. U uzorcima su razlučene dvije deformacijske faze, a dobivene P-T vrijednosti odgovaraju mlađoj fazi D2 i ocrtavaju retrogradni metamorfizam. Mikrotektonskom analizom dinamičke rekristalizacije zrna plagioklasa i kvarca utvrđeni su temperaturni uvjeti starijeg deformacijskog događaja D1 i uz njega vezanog progradnog metamorfizma, koji za referentni uzorak iznose 450-500°C i odgovaraju višim dijelovima facijesa zelenih škriljavaca. Konstruirane su karte kojima se prikazuje prostorni raspored metamornih uvjeta za stariji i mlađi metamorni događaj.

Za rad na temu prostorne analize varijacije petrografskih, mikrotektonskih, paragenetskih i geotermobarometrijskih značajki zelenih škriljavaca središnjeg dijela Medvednice kolegica Petra Schneider dobila je Rektorovu nagradu, a kolega Ivan Mišur je koristeći dio podataka dobivenih u okviru projekta obranio doktorsku disertaciju. Dodatno je obranjen i jedan diplomski rad.



Interpolacijska karta sa izotermama starijeg metamornog događaja u zelenim škriljavcima Medvednice



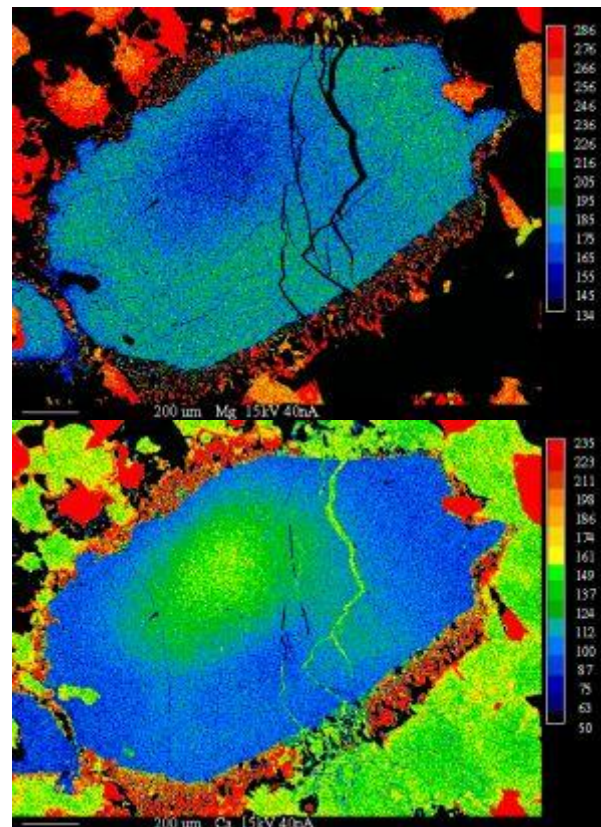
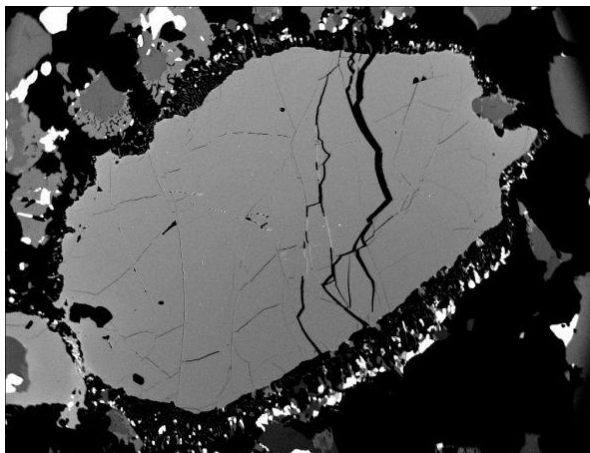
BSE slika kloritoida iz kloritoidnog škriljavaca Medvednice

## Tema 06: Alpski metamorfizam u Dinaridima

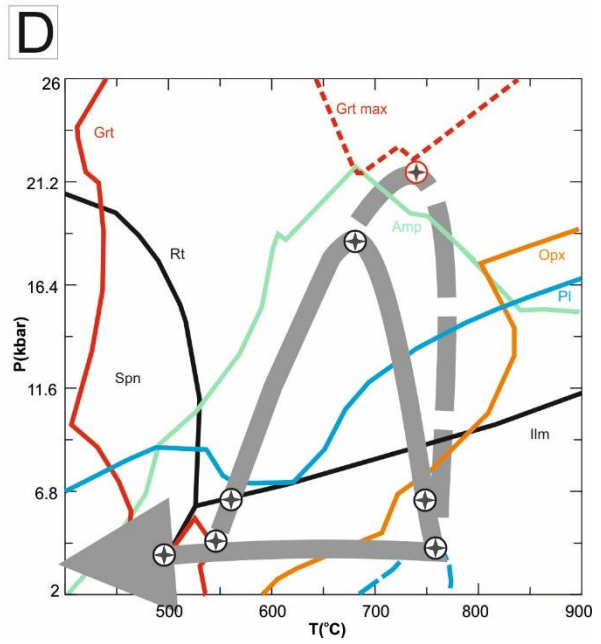
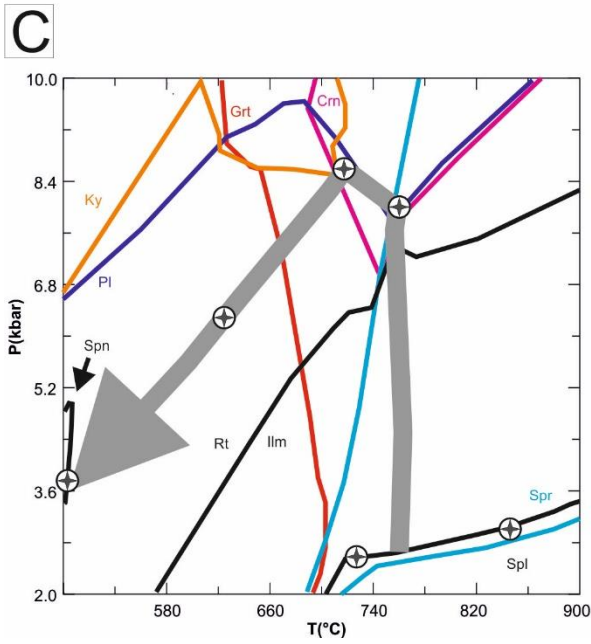
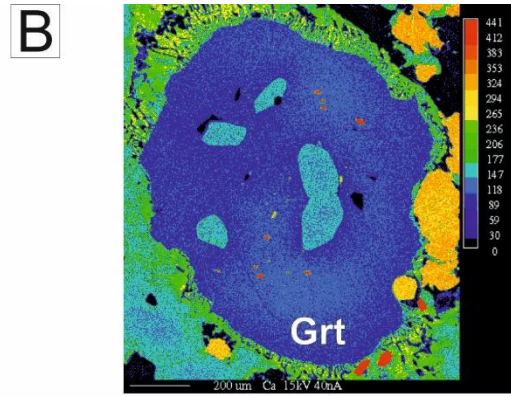
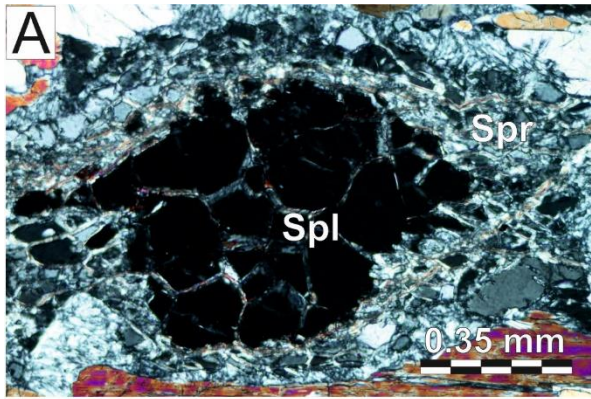
Dražen Balen

Metamorfizam stijena podloge ofiolitne zone vezan je za značajne geodinamske procese u juri i kredi. Jugoistočno područje Krivajsko-konjuškog ultramafitnog masiva karakteriziraju zone metamorfnih stijena tzv. *metamorphic sole rocks*. Istraživane metamorfne stijene iz tih zona pokazuju raznolikost u strukturno-teksturnim karakteristikama i mineralnom sastavu. P-T putevi stijena rekonstruirani su na osnovu konstrukcije P-T pseudopresjeka (engl. „pseudosections“) i odgovaraju i tzv. *clockwise* i *counterclockwise* modelima vezanim uz subdukcijske i kolizijske procese na rubu mezozojskog Tethysa, odnosno u dodirnom područja Europske ploče i Gondwane. Modelirani uvjeti ukazuju na vrlo visoke vršne uvjete tlakova i temperatura vezane za eklogitni i granulitni facijes i mogu se pratiti po reakcijskom putu do temperatura i tlakova tipičnih za amfibolitni facijes i facijes zelenih škriljavaca. Taj put opisuje geološka zbivanja od izvornog okoliša intraoceanske subdukcije do procesa zatvaranja Tethysa.

Preliminarni rezultati su predstavljani na skupovima EGU i AGU, a obranjena su i dva diplomatska rada. U pripremi je članak na temu P-T puteva.



BSE slike granata sa kelifitskim ovojem(lijevo) i odgovarajuće slike kemijskog sastava za Mg (gore desno) i Ca (dolje desno); koncentracije elemenata rastu od crne prema življim bojama. Uzorak s granatom je dio metamorfne podloge ofiolita u centralnoj Bosni.



Primjer tipičnih minerala i struktura vezanih uz stijene metamorfnog đona te odgovarajući P-T evolucijski putevi vezani uz geotektonske procese smještanja ofiolita centralne Bosne.



## Tema 07: Termalna povijest terena u kredi (kristalinitet illita)

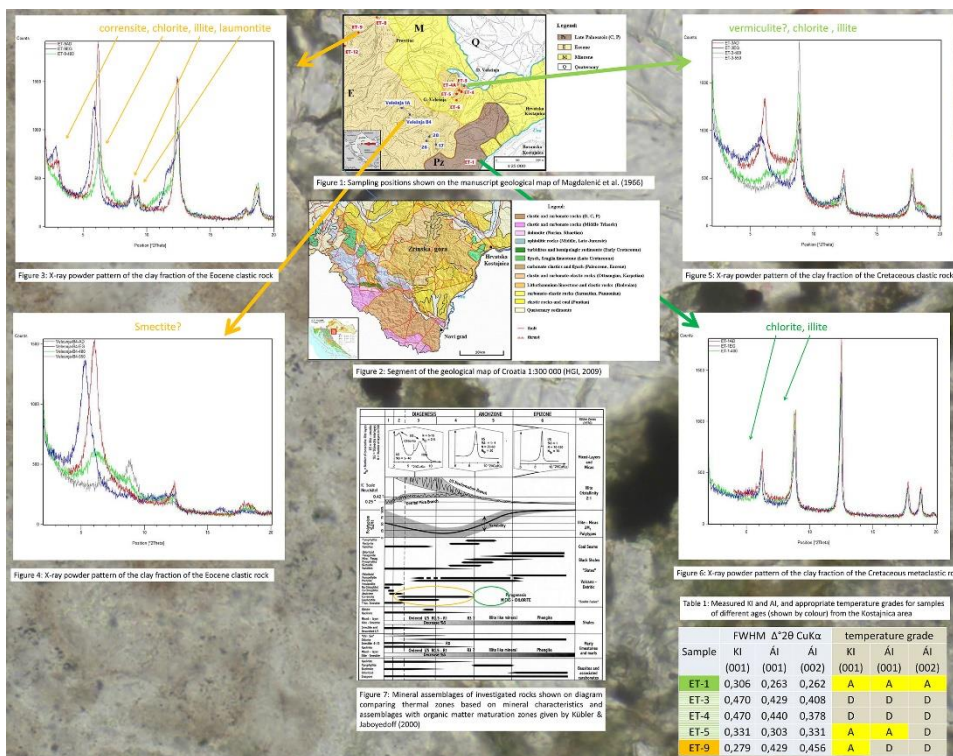
Darko Tipljaš

U okolini Hrvatske Kostajnice pojavljuju se eocenske klastične stijene, zastupljene konglomeratima, pješčenjacima i rjeđe šejlovima, koje pripadaju Unutarnjim Dinaridima. U njima su ranije opisani minerali iz skupine zeolita (stilbit i laumontit), prisutni u vidu cementa i žilica, čiji uvjeti postanka nisu pouzdano određeni. U istom području prisutne su i kredne klastične i metasedimentne stijene koje je teško razlikovati od eocenskih zbog izostanka fosila i nejasnih geoloških odnosa.

S ciljem odredbe uvjeta (temperature) nastanka zeolita, te mogućeg razlikovanja stijena slične litologije, a različite starosti, proučavana je mineralogija glina navedenih naslaga. Uz standardne postupke odredbe minerala glina metodom difrakcije rendgenskih zraka na polikristalnim uzorcima dodatno su određeni Kublerov (KI) i Árkaiev (AI) indeks kao indikatori termalnih promjena.

Provedena istraživanja pokazala su da su minerali glina u eocenskim klastičnim stijenama, od kojih neke sadrže zeolite, zastupljeni bubrećim glinama (smektitima ili vermikulitima), corrensitom i kloritom tj. mineralnom zajednicom karakterističnom za dijagenetske uvjete. Stijene kredne starosti mogu se podijeliti u dvije grupe. U prvoj su prisutni kloriti i illiti s KI i AI vrijednostima tipičnim za anhizonu, dok su u drugima prisutne bubreće gline karakteristične za niže temperature.

Dobiveni rezultati, prikupljeni na ograničenom broju uzoraka unatoč nekim odstupanjima, ukazuju na postojanje do sad slabo opisanog metamorfnog događaja vrlo niskog stupnja koji se odvijao tijekom krede, a prije eocena u krajnjem sjeverozapadnom dijelu Unutarnjih Dinarida.



Prezentacija termalne povijesti stijena Banovine na temelju analize minerala glina.

## Tema 08: Akcesorni minerali kao indikatori geodinamike, implementacija novih tehnika

Dražen Balen

Tijekom rada na projektu članovi projekta imali su priliku naučiti i usavršiti se u tehnikama analize akcesornih minerala pomoću LA-ICP-MS metoda na IMK Sveučilišta u Stuttgartu. Pri tome su analizirani cirkoni ali i apatiti i titaniti. S obzirom na trend razvoja ideja u mineralogiji apatit se pokazuje kao novi vrlo perspektivan mineral za određivanja uvjeta različitih geoloških procesa kao i za određivanje starosti.

Prva usporedna mjerenja apatita i cirkona iz granitoida Slavonije koji su bili „svjedokom“ nekoliko orogenetskih događaja dala su rezultate vrijedne pažnje. Ti rezultati su predstavljani na AGU 2018 i EGU 2018 znanstvenim skupovima.



LA-ICP-MS u Stuttgartu korišten u analizi cirkona i apatita.



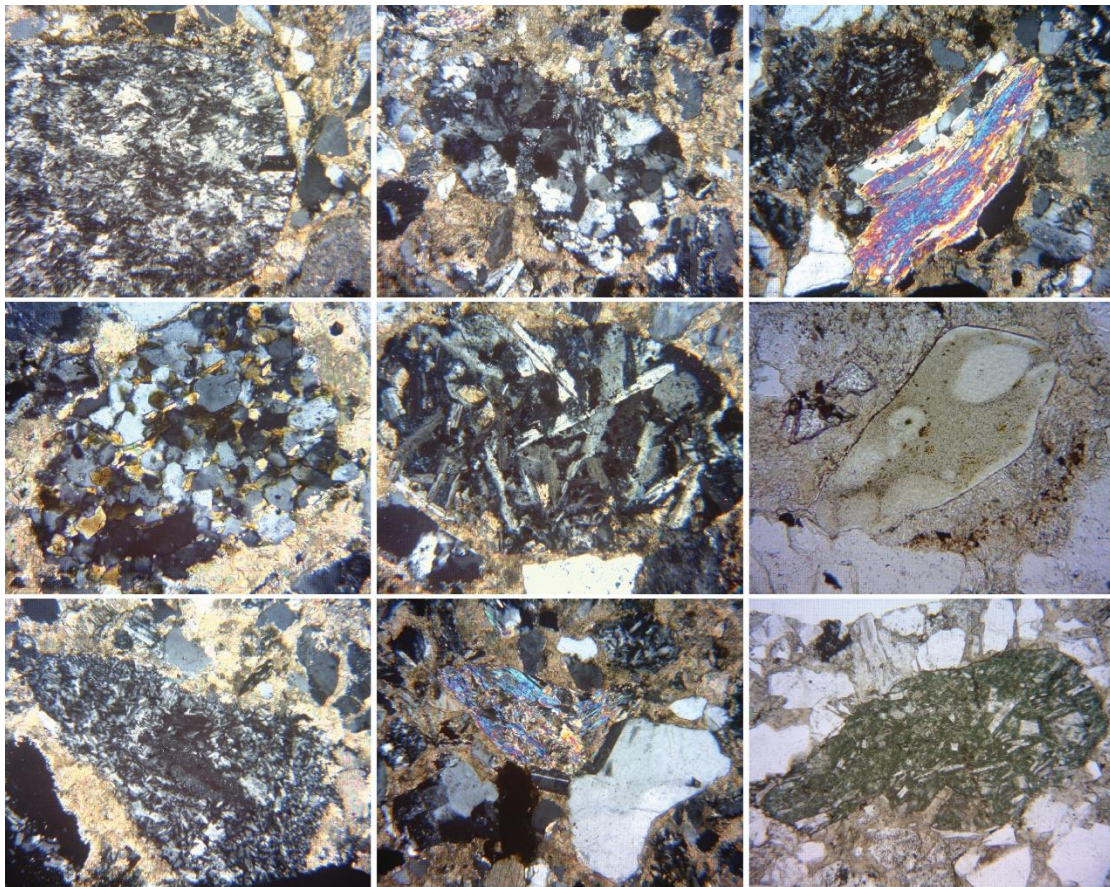
Separacija akcesornih minerala za pripremljena za izradu preparata promatrana lupom.



## Tema 09: Evolucija sinorogenetskih bazena

Borna Lužar-Oberiter

Sedimenti sinorogenih bazena čuvaju važne dokaze o razvoju kolizijskih zona čije razotkrivanje pomaže u rekonstrukciji tektonskih događaja često zamaskiranim mlađim geološkim procesima. Takve informacije mogu biti posebno korisne u sjevernim Dinaridima gdje je podina neogena izrazito kompleksne građe i otkrivena tek u izoliranim izdancima dok veći dio leži ispod debelog sedimentnog pokrivača Panonskog bazena. U sklopu projekta istraživani su gornjokredni i paleogenski sedimenti Banovine, kao i brojni izdanci raspršeni na širem području Medvednice, Žumberka i Cetingrada. Koristeći biostratigrafiju, petrografiju i geokemiju cilj je bio odrediti vrijeme donosa klastičnog materijala i identificirati karakter izvorišnih područja, te dovesti u vezu sa tektonskim procesima, prvenstveno onim povezanim sa kolizijom Adria ploče i Europe. Donos siliciklastičnog detritusa kao rezultat navedenih procesa započinje krajem kampana i početkom maastrihta, a nastavlja se i intenzivira u paleocenu i eocenu. Inicijalni donos bio je karakteriziran metamorfizacijom niskog stupnja, recikliranim sedimentima i ofiolitima koji vjerojatno potječu iz elemenata Adria ploče. Tijekom paleocena uočen je snažan doprinos iz metamorfita višeg stupnja, te intruzivnih i vulkanskih litologija kontinentalnog karaktera što ukazuje na sve veći utjecaj elemenata europske ploče.



Mikrofotografije čestica gornjokrednih i paleogenskih sedimenata Banovine.

## Tema 10: Nove bentičke foraminifere i zajednice u gornjokrednim platformnim (AdCP) naslagama otoka Brača

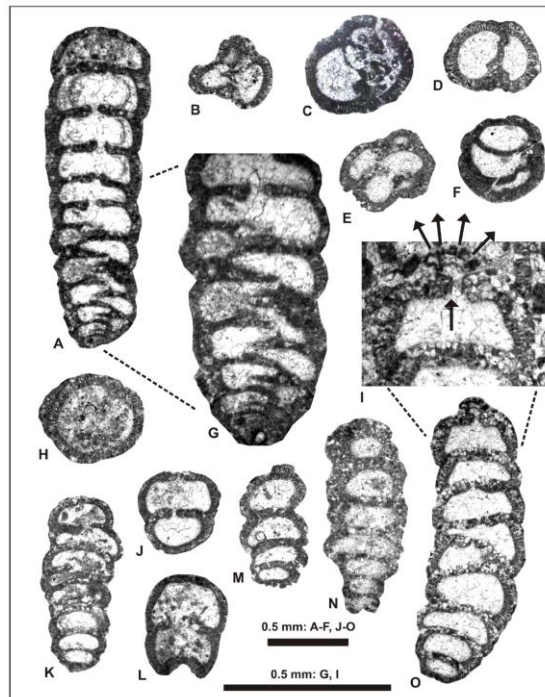
Blanka Cvetko Tešović, Maja Martinuš, Igor Vlahović



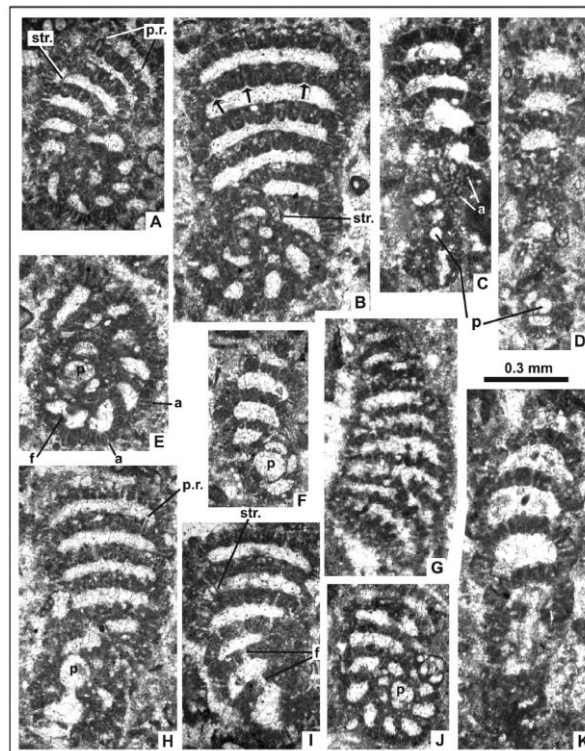
Geografska karta otoka Brača i šireg područja s označenim položajem istraživanih lokaliteta u području srednje Dalmacije.

Poznato je da su gornjokredne naslage karbonatnih platforma područja Tethysa obilježene razvojem zajednica rudista, velikih bentičkih foraminifera te alga kao stratigrafski referentnih taksona. Jadranska karbonatna platforma (AdCP) jedna je od plitkovodnih karbonatnih platformi koje su egzistirale u krednom razdoblju u području Tethysa, a predstavljale su tropski bentički plitkovodni ekosistem s razvijenim karbonatnim facijesima uglavnom plitkomorskih okoliša s brojnim mikrofossilnim zajednicama. Stoga je stratigrafska podjela krednog slijeda naslaga AdCP moguća samo na temelju detaljnog sistematskog istraživanja mikrofosila, odnosno mikrofossilnih zajednica. Dvije najzastupljenije i stratigrafski najvrednije skupine mikroorganizama su bentičke foraminifere i vapnenačke alge (uglavnom dasikladaceje). Bogata foraminiferska zajednica u gornjokrednim naslagama (posebno mlađi dio Gornji Humac formacije te Pučišća formacije) od velikog je značenja za stratigrafiju. U okviru projekta u karbonatnim naslagama otoka Brača, starosti konijak–kampan, postavljena su dva nova roda s dvije nove vrste bentičkih foraminifera: *Braciana jelaskai* n. gen., n. sp. sa stratigrafskim rasponom santon?–stariji kampan karakteristična ne samo za područje Vanjskih Dinarida već i za područje Helenida i *Cretaciclavulina gusici* n. gen., n. sp. (?family Valvulinidae BERTHELIN, 1880) karakteristična tj. provodna za stariji kampan. Rezultati rada "platformske" karbonatne skupine (RS3) i uz nju vezane međunarodne suradnje (Njemačka) su dva znanstvena članka publicirana u znanstvenim časopisima *Geologia Croatica* i *Cretaceous Research*. Ti rezultati predstavljani su i na znanstvenim skupovima: International Scientific Meeting 100th Birth Anniversary of Vanda Kochansky-Devidé, Full Member of Academy i na 5. Hrvatskom geološkom kongresu.





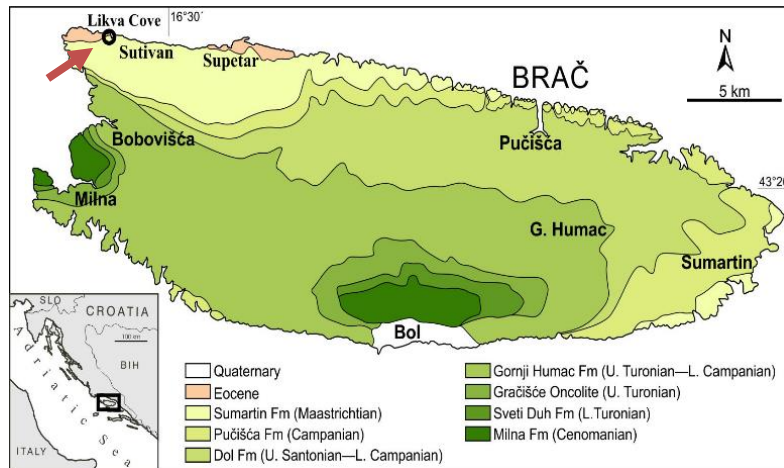
Velika bentička foraminifera *Cretaciclavulina gusici* n. gen., n. sp. opisana je iz donjokampanskih naslaga Pučišća formacije otoka Brača. Svojom izduženom kućicom, trohospiralnim i uniserijalnim rastom (namatanjem), jednostavnim klijetkama, strukturom stijenke s paraporama i kribratnim (sitastim) ušćem *Cretaciclavulina* smještena je uvjetno u porodicu Valvulinidae BERTHELIN, 1880.



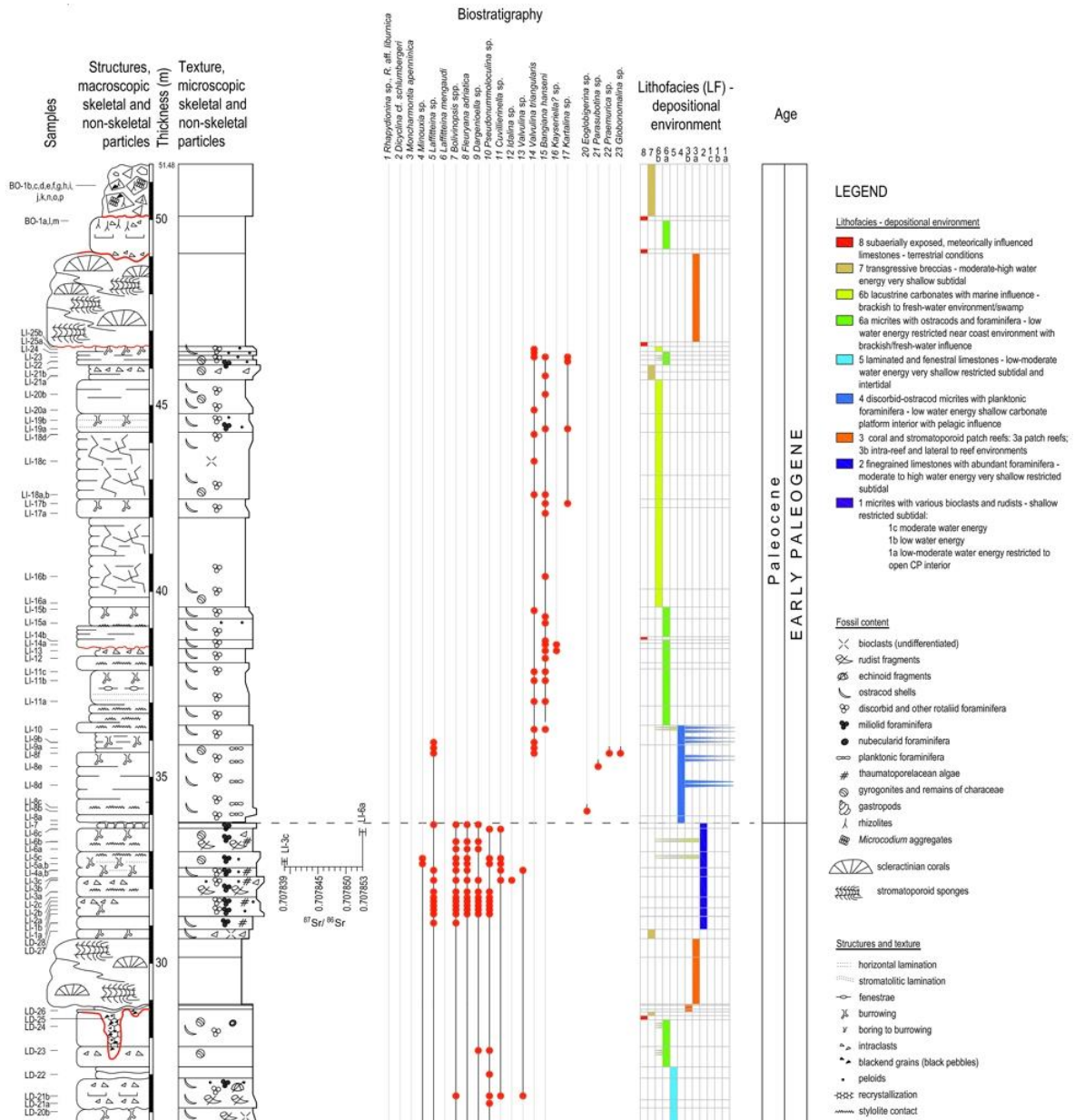
Nova velika bentička foraminifera, *Braciana jelaskai* n. gen., n. sp., opisana je u plitkovodnim karbonatnim donjokampanskim naslagama (goraminiferski vekston–pekston) otoka Brača. Gornjokredna *Braciana* je otprilike homeomorfna donjojurskom (lijas) rodu *Lituolipora* (tipična vrsta *L. polymorpha* Gušić & Velić) i *Paleomayncina* Septfontaine (tipična vrsta *Mayncina termieri* Hottinger). *Braciana jelaskai* je u ranijoj literaturi često zamjenjivana s *Pseudocyclammina sphaeroidea* Gendrot, primjerice u santonu(?) Slovenije i Grčke.

## Tema 11: Istraživanja karbonatnih naslaga na prijelazu kreda–paleogen (K/Pg) provedena na platformnim (AdCP) naslagama otoka Brača

Maja Martinuš, Blanka Cvetko Tešović, Igor Vlahović



Produljena subaerska izlaganja platforme koja rezultiraju stratigrafskim prazninama varijabilnog trajanja, uvjetovana su tektonskim izdizanjem i/ili eustatičkim padom razine mora, a njihova vremenska korelacija na lokalnoj, regionalnoj i globalnoj razini omogućuje procjenu glavnih kontrolnih faktora koji su za njih odgovorni. Glavni fokus istraživanja radne skupine bio je na detaljnoj biostratigrafskoj/kronostratigrafskoj i sedimentološkoj korelaciji najmlađih krednih stijena koje se nalaze ispod regionalno značajnog K/Pg stratigrafskog hijatusa, kao i istraživanje lokaliteta koji pokazuju mogući kontinuirani prijelaz od mastrihta do paleocena u južnoj Dalmaciji. Kredno–paleogenska granica (K/Pg Boundary) jedna je od najznačajnijih i najčešće istraživanih granica epoha u geološkim istraživanjima. Istraživanje najmlađih naslaga Jadranske karbonatne platforme rezultirala su potvrđivanjem kontinuirane sedimentacije na prijelazu kreda/paleogen u izrazito plitkovodnim naslagama što je vrlo rijedak slučaj ne samo lokalno/regionalno, već i globalno. Kraj taloženja na Jadranskoj karbonatnoj platformi (AdCP) obilježen je regionalnom emerzijom krajem kreda i početkom paleogena, označavajući pomak od taloženja na velikoj mezozojskoj „semi-izoliranoj“ karbonatnoj platformi prema paleogenskom kompleksnom sustavu karbonatnih rampa. Stratigrafski hijatus promjenljivog je trajanja, a u južnom dijelu AdCP-a započeo je uglavnom tijekom santona. Međutim, u SZ dijelovima platforme taloženje je bilo više ili manje kontinuirano do u mastriht pa i na prijelazu iz kreda u paleogen, a isti slijed događaja je zabilježen i u slijedu naslaga na samom jugoistočnom dijelu platforme, uključujući i ovim projektom istraživane karbonatne stijene uvale Likva na otoku Braču (slijed Likva s više od 50 m kontinuiranog slijeda naslaga).

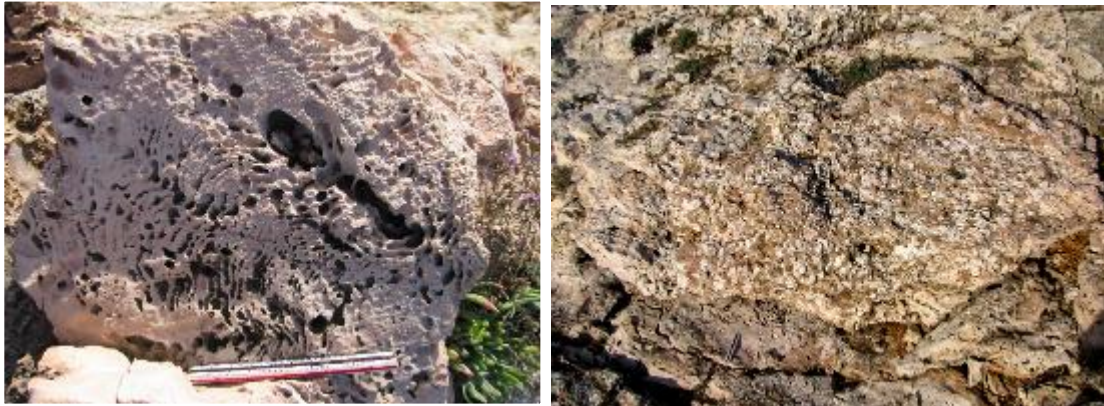


Dio geološkog stupa snimljenog u uvali Likva.

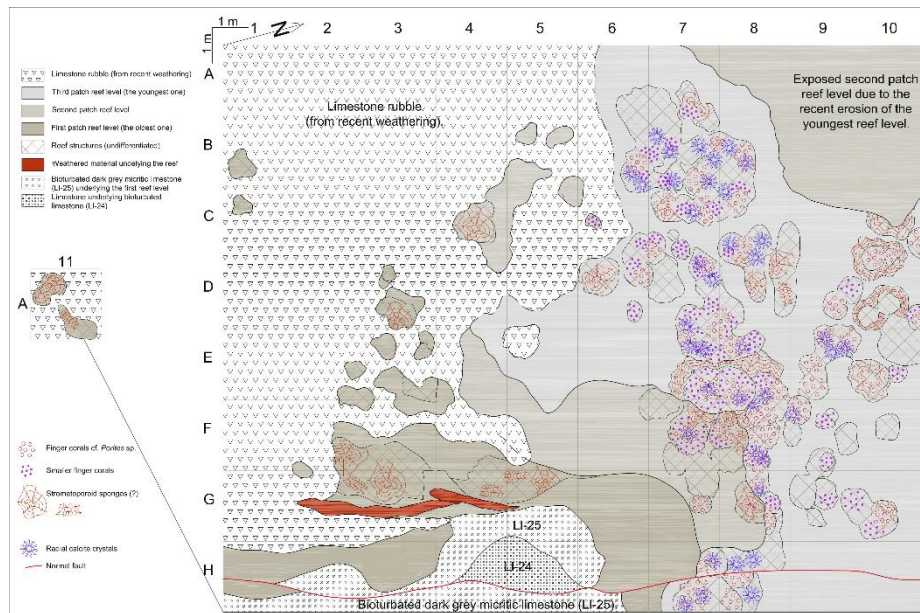
Rezultati istraživanja ukazuju na taloženje u izrazito plitkim okolišima unutarne platforme s istodobnim pojavama rudista i koralja tijekom mlađeg mastrihta čija je starost dokazana mikrofosilnom zajednicom bentičkih foraminifera kao i podacima dobivenim Sr-izotopnom stratigrafijom. Kredne naslage pokrивene su paleocenskim vapnencima s diskorbidima, ostrakodima i vrlo rijetkim planktonskim foraminiferama (uvjetno ukazujući na zonu P0–P<sub>a</sub>; donji dan). Kraj karbonatnog slijeda obilježava najveći i najbolje razvijeni krpasti koraljni greben koji je bio izložen dugotrajnom subaerskom izlaganju i eroziji (što je obilježeno biogenim kalkretama s rizolitima, *Microcodium* agregatima i alveolarno–septalnim strukturama). Ovaj događaj je prepoznat kao regionalni subaerski nekonformitet. Iznad prekida taloženja transgresivno slijede bočati i slatkovodni vapnenci s ostrakodima, gastropodima, cijanobakterijama i ogonijama alga Charophyta vjerojatno mlađe paleocenske/eocenske starosti (slijed Borak). Istraživani plitkovodni slijed uvale Likva s dugotrajnim plitkomorskim taloženjem preko K/Pg granice predstavlja važan doprinos stratigrafiji AdCP-a, ukazujući



na to da bi se gornja stratigrafska granica karbonatne platforme trebala lokalno proširiti i u najraniji paleocen.



Paleocenski krpasti greben iz uvale Likva: stromatoporoidne spužve (lijevo), skleraktinjski koralji (desno).



Karta paleocenskog krpastog koraljno–stromatoporoidnog grebena iz uvale Likva.

Stoga se može zaključiti da je u jugoistočnom dijelu AdCP taloženje plitkovodnih karbonata trajalo dulje te da je stratigrafski hijatus prije uspostave karbonatne rampe bio znatno kraći. Članovi "platformske" karbonatne skupine predstavili su rezultate istraživanja K/Pg slijeda otoka Brača na znanstvenim skupovima GSA 2017 Annual Meeting Seattle, GSA 2018 Annual Meeting Indianapolis i 5. Slovenski geološki kongres (Velenje).

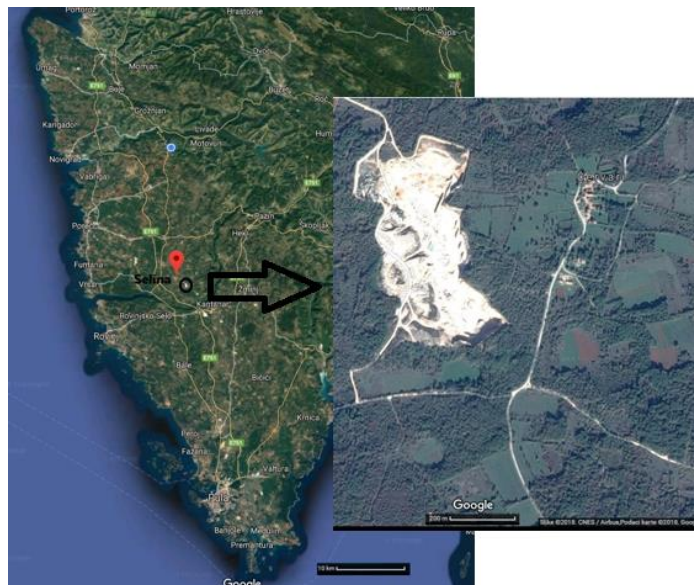
Rezultati će biti također objavljeni u obliku znanstvenih članaka; jedan je u postupku predaje u časopis *Cretaceous Research*, a dva su u pripremi za objavljivanje.

Sudjelovanje jednog člana radne skupine u istraživanju granice K/Pg i eocenskih naslaga područja Čikole rezultiralo je znanstvenim člankom objavljenim u časopisu *Geologia Croatica*.

## Tema 12: Istra – donjokredni slijed (gornji barem–gornji alb) naslaga – emerzijske pojave

Darko Tibljaš i Blanka Cvetko Tešović

U kamenolomu Selina IV, istraživan je donjokredni slijed (gornji barem–gornji alb) naslaga debljine 27 m s dvije izražene emerzijske pojave. Glinovitim sedimentima emerzijskih razina određen je mineralni sastav, uvjeti postanka i podrijetlo. Metodom difrakcije rendgenskih zraka na prahu utvrđena je prisutnost illita i miješanoslojnih I–S, koji su u donjem dijelu s manje illitne komponente (30–40%), a u gornjem s više (~70%). Uz njih se pojavljuju i kalcit, gips, jarosit i kalcijski feldspati. Modalnom analizom teške frakcije utvrđena je prisutnost opâkih minerala, pirita, markazita i goethita, te titanita, cirkona, turmalina, granata, biotita, epidota, dok su u lakoj utvrđeni kalcit, dolomit i muskovit. Pretpostavlja se da je ishodišni materijal vulkanskog podrijetla naknadno alteriran. Mikrofacijsnim i mikropaleontološkim analizama izdvojeno je 10 mikrofacijsnih tipova koji ukazuju na okoliše taloženja plitkomorske karbonatne platforme, a utvrđena mikrofosilna zajednica (bentičke foraminifere i alge) upućuje na stratigrafski raspon gornji barem–gornji alb te time i na stratigrafski raspon emerzijskih pojava. S obzirom na dobivene rezultate prva istraživana emerzijska faza je regionalna emerzija gornjaptske–donjoalbske starosti, dok je druga emerzijska pojava gornjoalbska, nastala kao posljedica taloženja tijekom oscilirajuće transgresije.

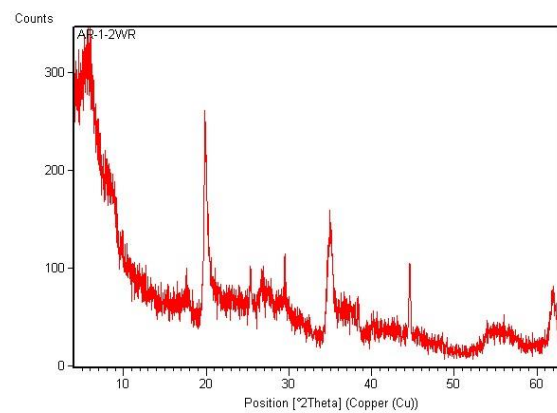


Smještaj istraživanog područja, kamenolom Selina (preuzeto iz internetskog izvora Google maps).

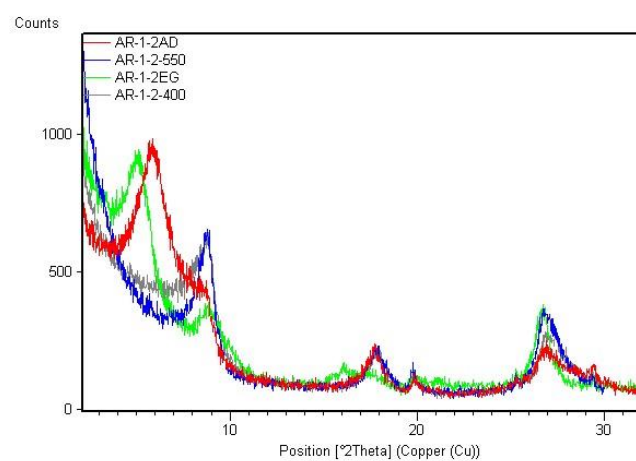




Sjeveroistočni dio kamenoloma Selina s vidljivim emerzijskim razinama.



Mjesto uzorkovanja glinovitog sedimenta u kamenolomu Selina. Rendgenogram ukupnog mineralnog sastava uzorka AR2; kamenolom Selina.



Usporedni prikaz difraktograma orijentiranog preparata uzorka AR2 (kamenolom Selina) nakon različitih tretmana.

## Tema 13: Dubokomorske naslage na prijelazu kreda–paleogen (K/Pg) podnožja Biokova, okolice Omiša i Zadvarja

Igor Vlahović, Blanka Cvetko Tešović, Maja Martinuš

U podnožju Biokova na lokalitetima Bast i Kotišina obavljena su terenska istraživanja i uzorkovanja naslaga koje obuhvaćaju prijelaz kreda–paleogen unutar dubljemorskih naslaga s ciljem da se rezultati ovoga prijelaza u budućnosti usporede s onima snimljenim na lokalitetima na otoku Braču gdje se on nalazi unutar plitkomorskih karbonata, kako bi se dobio detaljniji uvid u dinamiku događaja tijekom najmlađe krede i najstarijeg paleogena. Na području Basta i Kotišine prikupljeno je više od dvadeset uzoraka za mikropaleontološke facijesne analize. S istim ciljem karbonatna radna skupina je rekognoscirala i uzorkovala kredne i paleogenske naslage u okolici Omiša i Zadvarja (lokalitet Dovanj).



Mjesta uzorkovanja naslaga na prijelazu kreda–paleogen: 1 – Dovanj, 2 – Bast, 3 – Kotišina.



Stijene na prijelazu kreda–paleogen, Bast (mjerilo 1 m).

## Tema 14: Plitkomorske naslage na prijelazu kreda–paleogen (K/Pg) – Konavle i Lopud

Igor Vlahović

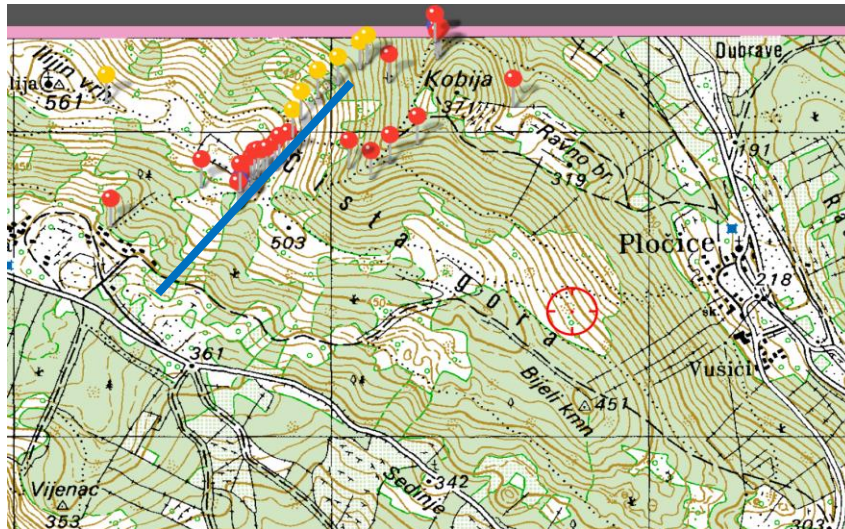
Područje krajnjeg juga Hrvatske zanimljivo je zbog specifičnih razvoja naslaga gornje krede i starijega paleogena, tako da je obavljena prospekcija i u tome području. Na Lopudu su tijekom prospekcije rekognoscirane gornjokredne naslage s ciljem usporedbe s odgovarajućim razinama gornjokrednih naslaga drugih dijelova Dalmacije, budući da je u mlađoj kredi na cijeloj Jadranskoj karbonatnoj platformi utvrđena izrazita diferencijacija facijesa. Starije gornjokredne naslage predstavljaju i podlogu zanimljivim kvartarnim pijescima uvale Šunj.

U području Konavala je rekognoscirana prijelazna razina između krede i paleogena na lokalitetima u okolici Čilipa, Radovčića i Prevlake te snimljen pregledni geološki profil na padinama brda Sv. Ilija (kontakt K/Pc). Pritom su uzorkovani tipični litofacijesi za potrebe mikrofacijesne i biostratigrafske analitike, a na temelju utvrđenih zajednica zelenih alga i bentičkih foraminifera (obrada u tijeku) moći će se odlučiti o mogućem daljnjem nastavku detaljnih istraživanja tog potencijalno kontinuiranog plitkovodnog prijelaza između krede i paleogena. Osobitu zanimljivost utvrđenog slijeda naslaga predstavlja do sada nezabilježena debljina vj. paleocenskih naslaga (oko 300 m), što uz mogućnost kontinuiranoga prijelaza između krede i paleocena usporedivog s naslagama uvale Likva na otoku Braču, dokazuje da se područje Konavala svakako treba uvrstiti u lokalitete budućih istraživanja.

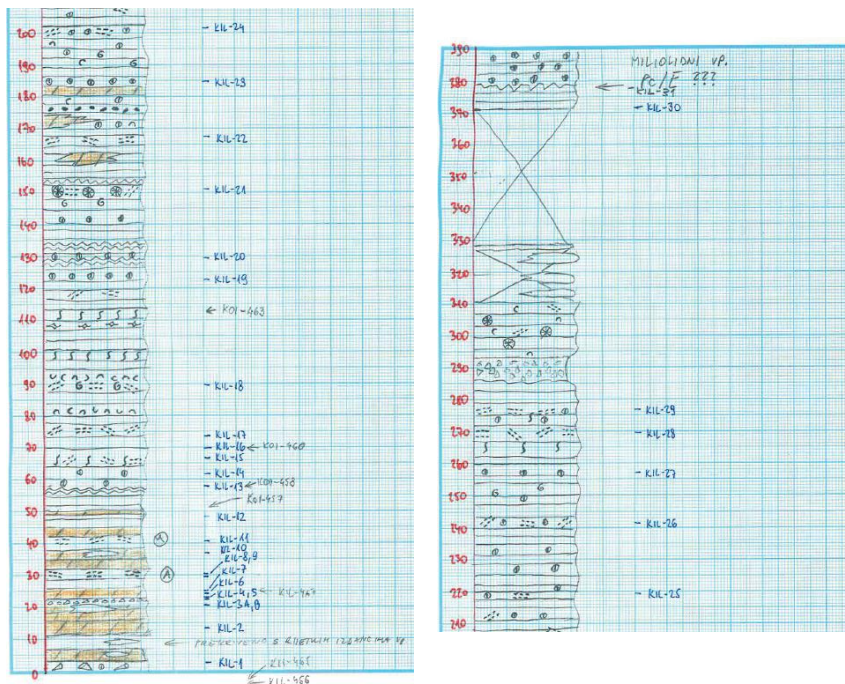


Satelitska snimka južne Dalmacije s označenim položajem istraživanih lokaliteta.





Geografski položaj preglednog geološkog profila na padinama brda Sv. Ilija označen je plavom crtom. Granica K/Pc se nalazi na oko 20 m debljine u krajnjem jugozapadnom dijelu profila.



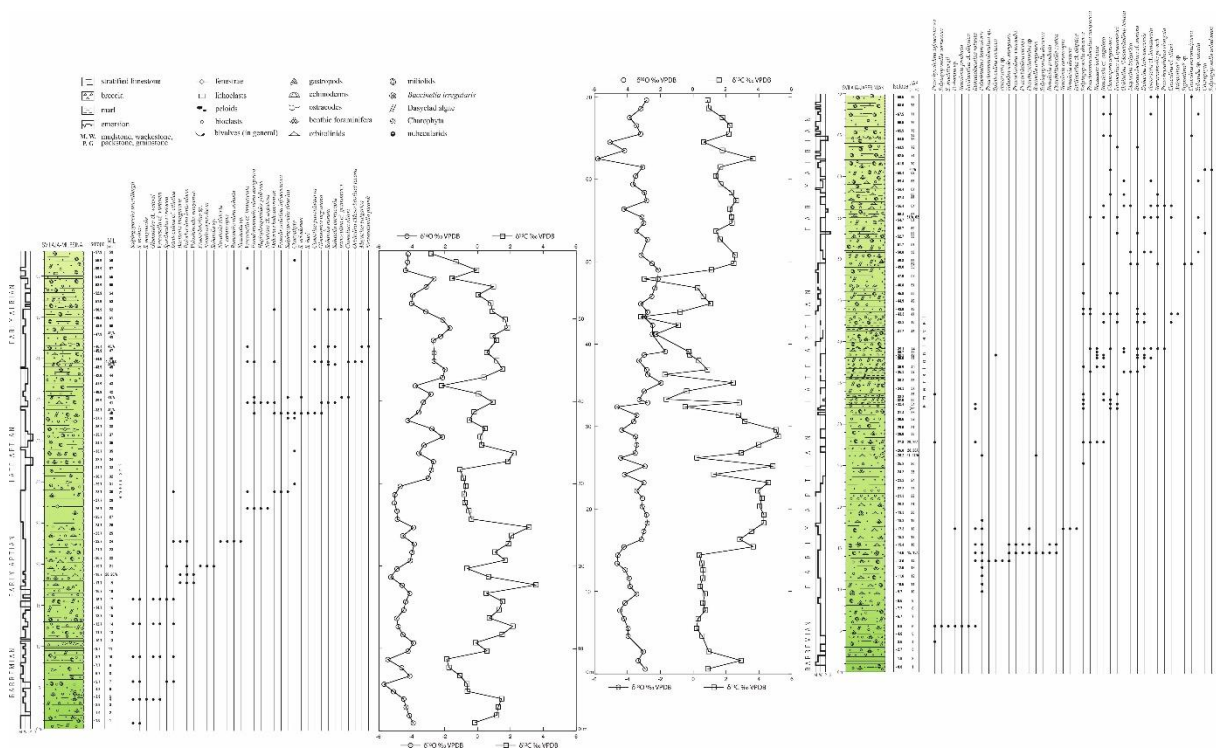
Rukopisna verzija preglednog geološkog profila na padinama brda Sv. Ilija. Granica K/Pc se nalazi oko 20-og m debljine stupa.

## Tema 15: Svilaja – donjokredni slijed (gornji barem–gornji alb) naslaga – OAE 1a

Blanka Cvetko Tešović, Maja Martinuš, Igor Vlahović

Cilj geoloških istraživanja na području Svilaje (lokaliteti Milešina i Jarebinjak) bilo je dodatno uzorkovanje naslaga stratigrafskog raspona apt–alb ranije snimljenih detaljnih geoloških stupova u svrhu dodatnih mikropaleontoloških, tj. biostratigrafskih istraživanja kao i za dodatne analize stabilnih izotopa kisika i ugljika. Rezultat dodatnih analiza omogućio je lakše prepoznavanje regionalnog anoksičnog događaja (OAE 1a) na granici apta i alba. Detaljna biostratigrafska analiza temeljena je na mikrofosilnom sadržaju istraživanih lokaliteta. Geološki stupovi su međusobno korelirani s obzirom na granicu barem/apt koja je određena biostratigrafskim analizama. Analiza stabilnih izotopa je provedena na homogenom mikritnom matriksu odabranih uzoraka (u pravilu na svakih 1 m debljine snimanih geoloških stupova).

Dobivene varijacije vrijednosti ugljikovih izotopa ( $\delta^{13}\text{C}$ ) pokazale su se korisnim pri stratigrafskoj korelaciji dva istraživana slijeda naslaga te za determinaciju njihove starosti.

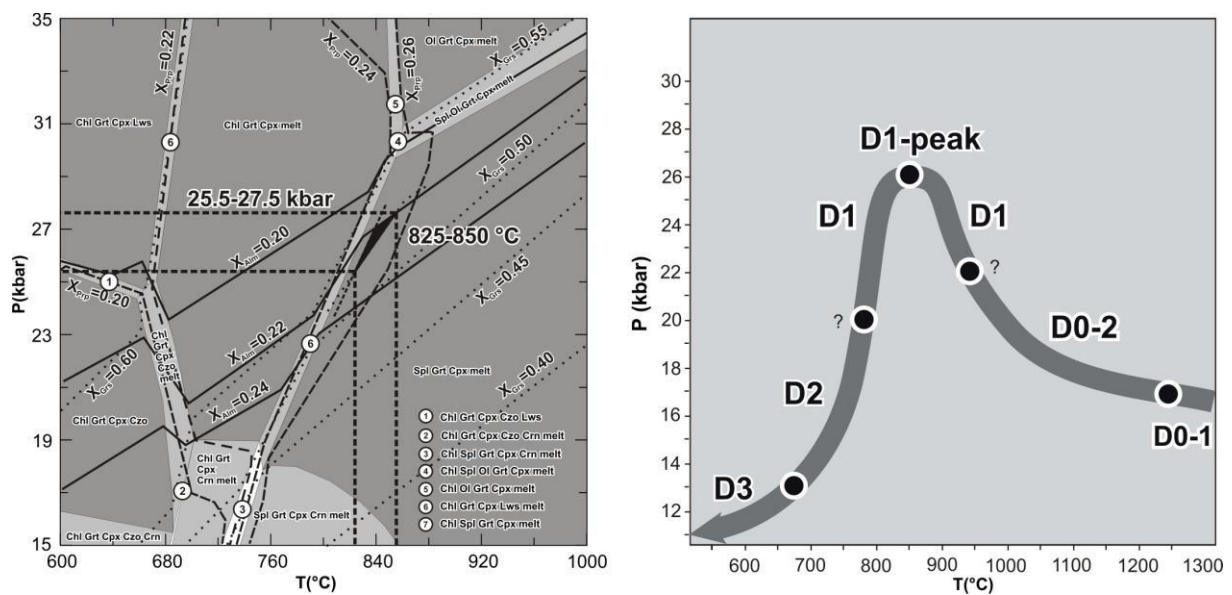


Geološki stupovi Milešina i Jarebinjak s rezultatima biostratigrafskih analiza i analiza stabilnih izotopa kisika i ugljika ( $\delta^{18}\text{O}$  i  $\delta^{13}\text{C}$ ).

## Razvoj metoda potrebnih za istraživanja

Dražen Balen

Tijekom istraživanja metamorfne podloge ofiolitnih stijena u Bosni javila se potreba za razvijanjem specifičnih metoda određivanja tlakova i temperatura materijala vezanih za duboke dijelove subdukcijских zona koje graniče ili pripadaju plaštu. Takav set protokola za istraživanje plaštnih materijala, akrecijskih prizmi i subdukcijских kanala razvijen je za potrebe istraživanja terena u istočnim Alpama i biti će kasnije primijenjen u istraživanjima metamorfne podloge Dinarida.



P–T pseudopresjek za D1 stadij visokotlačnog metamorfizma u klinopiroksenitnom dajku modeliran u CFMASH sustavu pomoću programskog paketa Perple\_X. Rekonstruirani P–T put za dio plašta kojem pripada istraživano ultramafitno tijelo.



# Neplanirani rezultati

Dražen Balen

Proučavajući granična područja u kojima se javljaju litološke cjeline istraživane u sklopu temeljnih istraživanja projekta prikupljen je i velik broj rezultata vrijedan publiciranja, iako ona nisu direktno vezana uz deklarirane ciljeve projekta. Ta istraživanja objavljena su uz zahvalu projektu.

Tectonophysics 678 (2016) 126–134

Contents lists available at ScienceDirect

Tectonophysics

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/tecto

Reappraisal of the palaeomagnetism of the Miocene intramontane Pag and Driš-Sinj basins, External Dinarides (Croatia)

Emő Márton <sup>a,\*</sup>, Davor Pavelić <sup>b</sup>, Alan Vranjković <sup>c</sup>, Vlasta Čosović <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Geological Geographical Institute of Hungary, H-1145 Budapest, Göllösi út 23, Hungary  
<sup>b</sup> University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, HR-10000 Zagreb, Arsenjevićeva 6, Croatia  
<sup>c</sup> MIO d.o.o. Geomatics High Institute and Technology Center, 21000 Novi Vinodolski, Njivinskih 72, Istria  
<sup>d</sup> University of Zagreb, Faculty of Science, Department of Geology, HR-10000 Zagreb, Horvatićeva 78B, Croatia

ARTICLE INFO

Article history:  
 Received 1 December 2015  
 Received in revised form 17 March 2016  
 Accepted 23 March 2016  
 Available online 28 March 2016

Keywords:  
 External Dinarides  
 Miocene intramontane basins  
 Palaeomagnetism

ABSTRACT

This paper presents palaeomagnetic results from the Miocene offshore Pag and the trade onshore (Driš-Sinj) basins. Earlier magnetic susceptibility results were published from both basins, which documented that the lake sediments were good targets for palaeomagnetism. From the Pag basin, we sampled the oldest and youngest segments of the 120 m long Crlika section and obtained statistically different palaeomagnetic directions from the two parts. During a repeated visit to the sections it was revealed that modern gravity-driven creeping can account for this. In the results from the Pag basin should be rejected from regional tectonic interpretation. The overall mean palaeomagnetic direction for the Driš-Sinj basin has excellent statistical parameters, its high quality is further supported by positive regional field reversal tests, based on sites geographically close to and far from the basin. The results suggest 13–20° CCW rotation with respect to Africa and 21–27° with respect to stable Europe, during the last 15 million years. As the External Dinarides are the bed of a complicated tectonic Miocene and even younger tectonic zones, we cannot explain the observed rotation for the whole unit, but consider our results as one key in obtaining robust kinematic constraints for the post-Oligocene tectonic history of the External Dinarides.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The External Dinarides are a fold and thrust belt situated NE of the greatly deformed Adriatic (Adriatic “autochthon”). The External Dinarides have a complex geotectonic structure which was the subject of a large number of studies over a long time (e.g. Aubouin, 1972; Dimitrović, 1982; Herak, 1986; Frank et al., 1996; Turk, 2002; Ustaszewski et al., 2008; Korbar, 2009). Pioneering palaeomagnetic investigations were carried out both in the Adriatic autochthon and in the External Dinarides on Cretaceous platform carbonates (Márton and Veličić, 1983, 1987; Márton et al., 1990; Márton and Miličević, 1994) and on the Eocene flysch and some outcrops of Miocene and Mio-Pliocene lake sediments of the External Dinarides (Sporazza, 1995; Kissel et al., 1995). Palaeomagnetic investigations were resumed in the area in the reoccupant of the 1990s and extended to the foreland of the Southern Alps (Márton et al., 2003, 2008, 2010a,b, 2011, 2014). These provided reliable kinematic constraints for subdividing the External Dinarides into a mainland part (imbricated Adriatic plate margin units in Fig. 1a), and an offshore belt (imbricated Adriatic plate in Fig. 1a). The large scale relative movement between them is evidenced on one hand by the remanences of pre-folding age measured on Jurassic platform carbonates from the Velebit Mts and the Karst Kotar region (Márton et al., 2011) and of post-folding age measured on Permian rocks (Werner et al., 2015), and, on the other hand, by remanences of pre-folding age measured on Cretaceous platform carbonates from the Northern Adriatic islands. The timing of the relative movement(s), however, is a matter of speculation. One possibility is that the post-Eocene CCW rotation of Adria (Márton, 2006; Márton et al., 2002, 2014; Ustaszewski et al., 2008) did not involve the whole External Dinarides, but only the imbricated Adriatic plate. In this case, Miocene palaeomagnetic deviations from the imbricated Adriatic plate margin must be different from those inferred or measured for the greatly deformed and imbricated Adriatic plate (Fig. 1a).

During the Miocene, sedimentation in the External Dinarides took place in intramontane lake basins. The majority of the intramontane basins are located on the mainland (Fig. 1a) while in the offshore part they are only locally generated, as in the Pag island, at the foot of the Velebit Mts (Fig. 1a). Periods of lacustrine sedimentation include the late Oligocene and post-Early Burdigalian times. Selected sections from some of the above basins were studied for magnetostratigraphy (Mandić et al., 2008; Jiménez-Moreno et al., 2009; de Lenow et al., 2010) pointing to the existence of good palaeomagnetic signals, but palaeomagnetic directions were not published. In order to obtain reliable results for tectonic interpretation, we sampled in 2011 several outcrops from Pag island and from the Driš-Sinj basin. Subsequently,

ARTICLE IN PRESS

Quaternary International xxx (2017) 1–13

Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/quaint

Pleistocene alluvial and aeolian deposits with tephra on the island of Lopud (eastern mid-Adriatic, Croatia): Provenance, wind regime, and climate controls

Marijan Kovačić <sup>a,\*</sup>, Davor Pavelić <sup>b</sup>, Igor Vlahović <sup>b</sup>, Frane Marković <sup>a</sup>, Lara Wachá <sup>a</sup>, Štefica Kampač <sup>a</sup>, Sanda Rončević <sup>a</sup>, Dorotea Drempečić <sup>a</sup>

<sup>a</sup> University of Zagreb, Faculty of Science, Horvatićeva 95, HR-10000 Zagreb, Croatia  
<sup>b</sup> University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Horvatićeva 6, HR-10000 Zagreb, Croatia  
<sup>c</sup> Croatian Geological Survey, Šubićeva 2, HR-10000 Zagreb, Croatia

ARTICLE INFO

Article history:  
 Received 22 December 2016  
 Received in revised form 4 October 2017  
 Accepted 30 November 2017  
 Available online xxx

Keywords:  
 Alluvial deposits  
 Aeolian deposits  
 Tephra  
 Provenance  
 Eastern mid-Adriatic

ABSTRACT

Pleistocene alluvial and aeolian sediments occur as small patches in many places in the area of the eastern Adriatic coast and on the islands. On the southeastern mid-Adriatic island of Lopud they were studied along two lateral sections in Siniš Bay where a lens of reworked tephra is intercalated within the alluvial deposits. The interpretation of the depositional mechanism, the sand source, the wind regime and the volcanic activity was based on facies analysis, sedimentological characteristics, mineralogical and geochemical composition.

Alluvial deposits represent recycled aeolian sand accumulated in a small-scale alluvial plain during a relatively long-lasting humid phase, while overlying aeolian sands were deposited under the influence of the sea-ward blowing NNW wind during more arid and windy periods. Spatially occurring breccia lenses composed of limestone fragments from the Cretaceous basement strata are the result of occasional high sediment concentration flows, and deposition in shallow stream channels.

Alluvial sand is composed of siliclastic detritus derived from different metamorphic, magmatic and older sedimentary rocks of the Inner Dinarides, while the aeolian sand represents a mixture of siliclastic detritus of the same provenance, and carbonate clastic detritus sourced from the Karst Dinarides. The lack of carbonate detritus in the alluvial deposits is probably a consequence of desiccation due to the humid climate.

The tephra lens represents pyroclastic material that was reworked by water, and pedogenically altered. The tephra belongs to the high-K calcalkaline and tholeiitic series with a trachyte–tachytrachyte composition indicating an origin from the Campanian Province in Southern Italy as the most probable source area.

The similar composition of clastic material on Lopud to the composition of aeolian and alluvial deposits on the neighboring eastern mid-Adriatic localities (islands of Mljet, Korčula and Lussino, and Pelječ Peninsula), suggests their common source, while the tephra lens documents Pleistocene volcanic activity and suggests the existence of a southern wind during the humid phase.

© 2017 Published by Elsevier Ltd.

1. Introduction

The Pleistocene in the area of the eastern Adriatic coast is characterized by two main types of deposition on land: aeolian and alluvial. The deposits formed successions in which aeolian

sediments reflect mostly dry intervals, while alluvial deposits reflect wet intervals, indicating strong climatic controls on sedimentary environments. Aeolian deposits are represented by loess and fine to medium-grained sand, while alluvial deposits are more coarse-grained, represented mostly by sands and breccias, where alluvial sands resulted from the reworking of aeolian sands. The aeolian and alluvial deposits are usually intercalated, but they may also form individual accumulations (Marković-Marjanović, 1976;

\* Corresponding author.  
 E-mail address: mkovacic@pki.pmf.hr (M. Kovačić).

http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.11.054  
 1040-6182/© 2017 Published by Elsevier Ltd.

Please cite this article in press as: Kovačić, M., et al., Pleistocene alluvial and aeolian deposits with tephra on the island of Lopud (eastern mid-Adriatic, Croatia): Provenance, wind regime, and climate controls, Quaternary International (2017), <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.11.054>



## Diseminacijske i popularizacijske aktivnosti

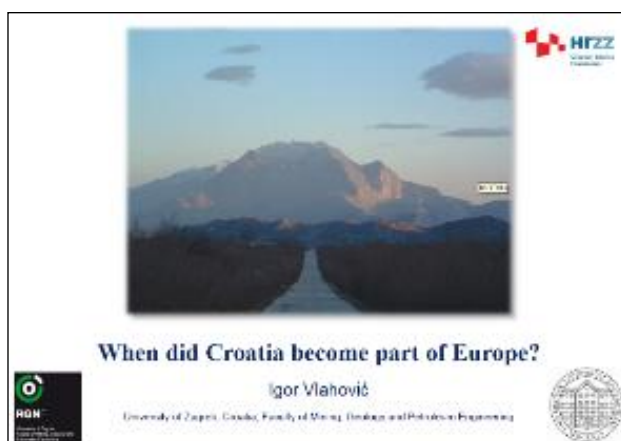
Dražen Balen i Blanka Cvetko Tešović

Ideje i rezultati prve godine projekta financiranog sredstvima HRZZ IP-2014-09-9541 Cretaceous GEOdynamic PROOFs in the Dinarides and Pannonian Basin (Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena) prezentirao je prof. dr. sc. Dražen Balen kroz nacionalnu mrežu Hrvatskoga radija (3. program), a objavljen je i prikaz projekta u sklopu Vijesti Hrvatskog geološkog društva.

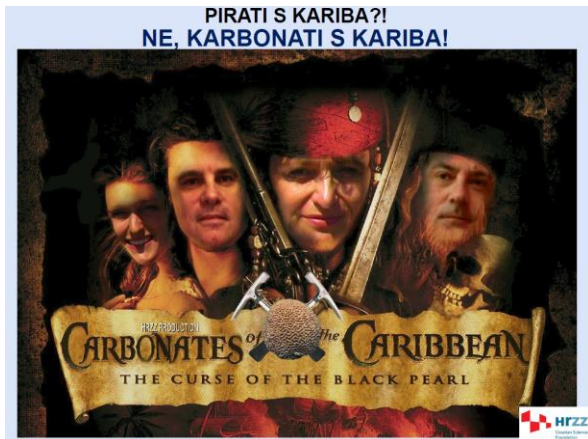


Dražen Balen (2016): Znanstveno-istraživački projekt Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena (Cretaceous GEOdynamic PROOFs in the Dinarides and Pannonian Basin – GEOPROOFS IP-2014-09-9541). Vijesti Hrvatskog geološkog društva, 53/1, 40–41.

Tijekom rada na projektu "platformska" karbonatna skupina (RS3) je vodila geološke rasprave na terenu ali i u kabinetu koje su urodile još nekim korisnim idejama kao što je ideja o predavanjima i mogućim znanstvenim radovima na teme: Kad je Hrvatska postala dio Europe? (u geološkom smislu), mogućim vezama mezozojske AdCP s okolnim kontinentima na koje upućuju tragovi dinosaura pronađeni na našoj karbonatnoj platformi te ideju o predavanju o geološkoj evoluciji karbonatne platforme s osvrtom na nove rezultate dobivene tijekom istraživanja na projektu. Rezultat naših rasprava i razmišljanja su prezentirani u obliku predavanja na znanstvenom skupu GSA 2017 Annual Meeting te dva pozvana predavanja prilikom gostovanja na Clark Science Center Smith College (Northampton, MA, USA).



Putovanja na Bahame tijekom kojih su proučavani recentni primjeri karbonatne sedimentacije na kojima je prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović sudjelovala kao gostujući nastavnik na terenskoj nastavi iz Sedimentologije karbonata (za studente Smith College, Northampton, Massachusetts, SAD na otoku Exuma) te terenskom istraživanju s nastavnicima i studentima Smith College (Grace Research Center, San Salvador) doveli su do ideje o popularnom predavanju, odnosno aktivnom sudjelovanju u manifestacijama popularizacije geologije kao što su bili „Otvoreni dani geologije“ 2017. godine s predavanjem „Pirati s Kariba?! Ne, karbonati s Kariba!“.



**Otvoreni dan Geologije** GEOLOŠKI ODSJEK

Geološki odsjek PMF-a po sedmi put organizira manifestaciju pod nazivom **Otvoreni dan Geologije** koja će se održavati od **10:00 do 16:00 sati, 07. travnja 2017.** god. u prostorima Geološkog odsjeka, Horvatovac 102a.

Asistenti, studenti i nastavnici Geološkog odsjeka potrudit će se približiti Vam geologiju i prezentirati je na zanimljiv način kroz pet predavanja, šest radionica, pet interaktivnih izložbi te niz drugih zbiljanja kao što su erupcija vulkana, izrada fosila, izložba minerala i fosila, a moći ćete vidjeti i prave tragove dinosaur! Detalje o svim aktivnostima, kako doći do Geološkog odsjeka, kao i dojmove s prošlogodišnjih zbiljanja, možete pronaći na mrežnoj stranici: <http://otvoreni-dan-geologije.weebly.com/>.

PREDAVANJA		
vrijeme	dob	prostorija
11:00	12+	Globalno zatopljenje - klimatska točka bez povratka? (Luka Badurina) <span style="float: right;">008 (razina -1)</span>
12:00	svi	Minerali širom svijeta (Nenad Tomašić) <span style="float: right;">008 (razina -1)</span>
13:00	12+	Od ekvatora do Velebita – put stijena (Mario Poletto) <span style="float: right;">008 (razina -1)</span>
14:00	12+	Pirati?! Ne, karbonati s Kariba! (Blanka Cvetko Tešović) <span style="float: right;">008 (razina -1)</span>
15:00	12+	Razbijajući mitova o dinosaurima: znanost nasuprot popularnoj kulturi (Marta Zaher) <span style="float: right;">008 (razina -1)</span>

**Sumartin Fm (Upper Campanian–Maastrichtian): above the Late Campanian emersion; regressive cycles deposited in peritidal environments**

Handwritten notes and diagrams detailing geological observations and stratigraphic correlations. Includes a cross-section diagram of a coastal area with various rock units and features labeled.

## Bibliografija projekta

### ZNANSTVENI RADOVI U ČASOPISIMA

- Balen D**, Massonne H-J, Lihter I (2018): Alpine metamorphism of low-grade schists from the Slavonian Mountains (Croatia): new P-T and geochronological constraints. *International Geology Review* 60/3:288–304.
- Balen D**, Schneider P, Massonne H-J, Opitz J, Luptáková J, Putiš M, **Petrinec Z** (u recenzijskom postupku): Evolution of the Late Cretaceous A-type granite from Mt. Požeška Gora (N Croatia) with geodynamic clues to the Western Neotethys closure along the Europe-Adria suture zone. *Mineralogy and Petrology*.
- Cvetko Tešović B**, **Martinuš M**, Golec I, **Vlahović I** (u postupku predaje): Facies and stratigraphy of the latest Cretaceous to earliest Palaeogene platform carbonate succession with coral patch reefs: the island of Brač, Croatia. *Cretaceous Research*.
- Kovačić M**, **Pavelić D**, **Vlahović I**, **Marković F**, Wacha L, Kampiĉ Š, Ronĉević S, Drempeĉić D (2018): Pleistocene alluvial and aeolian deposits with tephra on the island of Lopud (eastern mid-Adriatic, Croatia): Provenance, wind regime, and climate controls. *Quaternary International* 494:92–104.
- Márton E, **Pavelić D**, Vranjković A, Ćosović V (2016): Reappraisal of the palaeomagnetism of the Miocene intramontane Pag and Drniš–Sinj basins, External Dinarides (Croatia). *Tectonophysics* 676:125–134.
- Petrinec Z**, **Balen D** (u postupku predaje): Cordierite-bearing metapelitic xenoliths from the Late Cretaceous granite intrusion (Moslavaĉka Gora, Croatia): microstructural record of low-pressure crustal anatexis on the Adria–Europe plate margin.
- Putiš M, Li X-H, Yang Y-H, Li Q, Nemeĉ O, Ling X, Koller F, **Balen D** (2018): Permian pyroxenite dykes in harzburgite with signatures of the mantle, subduction channel and accretionary wedge evolution (Austroalpine Unit, Eastern Alps). *Lithos* 314–315:165–186.
- Schlagintweit F, **Cvetko Tešović B** (2016): *Cretaciclavulina gusici* n. gen., n. sp. (?family Valvulinidae BERTHELIN, 1880), a new larger benthic foraminifer from the lower Campanian of Brač Island, Croatia. *Geologia Croatica* 69/2:187–194.
- Schlagintweit F, **Cvetko Tešović B** (2017): *Braciana jelaskai* n. gen., n. sp., a new larger benthic foraminifer from the Upper Cretaceous (Santonian?–lower Campanian) of the Dinaric–Hellenic realm. *Cretaceous Research* 72:32–38.
- Španiĉek J, Ćosović V, Mrinjek E, **Vlahović I** (2017): Early Eocene evolution of carbonate depositional environments recorded in the Ćikola Canyon (North Dalmatian Foreland Basin, Croatia). *Geologia Croatica* 70/1:11–25.



**ZNANSTVENI RADOVI PREZENTIRANI NA SKUPOVIMA**

- Balen D**, Lihter I, Brigljević Z (2015): Repetitio est mater studiorum: Do the orogeneses repeat their P–T patterns through the metamorphism in the Slavonian Mts. (Tisia Mega-Unit)? 5. Hrvatski geološki kongres, Knjiga sažetaka:3–4. Osijek.
- Balen D**, **Petrinec Z**, Juranić V (2015): Infrared study of O-H stretching region in the nodular and disseminated dravite-schorl series tourmalines from Moslavačka gora (Croatia). 5. Hrvatski geološki kongres, Knjiga sažetaka:22–23. Osijek.
- Balen D**, Lihter I, Massonne H-J (2016): Microtectonic-assisted P–T determination on low-grade Alpine metamorphic rocks from the “Tisia Mega-Unit” of the Slavonian Mountains in Croatia. EGU General Assembly 2017, Geophysical Research Abstracts 19: EGU2016-4993. Beč, Austria.
- Balen D**, Massonne H-J (2016): A P–T path for amphibolites from the metamorphic sole of the Dinaride ophiolite zone in Bosnia. 2016 AGU Fall Meeting, V33D-3145, V33D: New Insights on Igneous and Metamorphic Processes from Nontraditional Thermobarometers and Geospeedometers. San Francisco, USA.
- Balen D**, Lihter I, **Tomljenović B**, Massonne H-J (2016): Microtectonic and geothermobarometric constraints on Alpine metamorphism of low-grade schists from the Slavonian Mts., Croatia. 16th Symposium Tectonics–Structural Geology–Crystalline Geology, TSK16 Abstracts, 10–10. Bonn, Njemačka.
- Balen D**, Massonne H-J, Koller F, Theye T, Opitz J, Hrvatović H, Premužak L (2017): P–T paths of ophiolite-related metamorphic rocks from the Dinaride ophiolite zone in Bosnia. EGU General Assembly 2017, Geophysical Research Abstracts 19:EGU2017-5092. Beč, Austria.
- Balen D**, **Schneider P**, Massonne H-J, Opitz J, Putiš M, Luptáková J, **Petrinec Z** (2017): Zircon grains in A-type granite and their inclusions as recorder of upper mantle conditions in the Croatian segment of the Late Cretaceous collisional zone between Europe and Adria. U: CAM-2017 Book of abstracts (ur: Nasdala L, Broska I, Novak M):15–18. Beč, Austria.
- Balen D**, **Schneider P**, Massonne H-J, Opitz J, **Petrinec Z** (2017): A Cretaceous A-type granite from the Europe–Adria collisional zone: a marker of geodynamic changes. Goldschmidt2017 Abstracts, Paris, Francuska.
- Balen D**, **Schneider P**, Massonne H-J, Opitz J, **Petrinec Z** (2017): From Compression to Extension: Cretaceous A-type Granite as Indicator of Geodynamic Changes in the Adria Part of the European Neotethys Suture Zone. AGU Fall Meeting 2017, V13D-0417, V13D Volcanology, Geochemistry, and Petrology General Contributions. New Orleans, USA.
- Balen D**, **Schneider P**, Opitz J, Massonne H-J (2018): Ages and Trace Element Patterns of Apatite and Zircon in a Diorite from the Mt. Papuk metamorphic complex (Pannonian Basin Basement in Croatia, CE Europe). AGU Fall Meeting, Volcanology, Geochemistry and Petrology, V33E-0285: Petrochronology 2.01. Washington, D.C.
- Balen D**, **Schneider P**, Opitz J, Massonne H-J (2018): REE and trace elements patterns of apatite from a diorite at Mt. Papuk, Croatia. EGU General Assembly 2018, Geophysical Research Abstracts 20:EGU2018-3843. Beč, Austria.

- Balen D**, Massonne H-J (2019): Clockwise and counterclockwise P–T paths of ophiolite-related metamorphic sole rocks from the Krivaja–Konjuh ultramafic massif of the Dinaride Ophiolite Zone, Central Bosnia and Herzegovina. 9th Mineralogical–petrological Conference Petros 2019, Bratislava, Slovačka.
- Balen D**, Massonne H-J (2019): Kelyphitic microstructures from orogenic garnet-bearing rocks of the Dinaride ophiolite zone. EGU General Assembly 2019, Geophysical Research Abstracts 21:EGU2019-5074. Beč, Austria,
- Cvetko Tešović B**, Schlagintweit F (2015): Newly discovered benthic foraminifera from the Lower Campanian of Brač Island, Croatia. 5. Hrvatski geološki kongres, Knjiga sažetaka:48–49. Osijek.
- Cvetko Tešović B**, Schlagintweit F (2015): The benthic foraminifera *Rectochrysalidina gusici* n. gen., n. sp. (family *Chrysalidinidae* Neagu, 1968) from the Lower Campanian of Brač Island, Croatia. 5. Hrvatski geološki kongres, Knjiga sažetaka:47–47. Osijek.
- Cvetko Tešović B**, **Martinuš M**, **Vlahović I** (2017): Facies and Stratigraphy of the Latest Cretaceous to Earliest Paleogene Platform Carbonate Succession with Coral Patch Reefs: the Island Of Brač, Croatia. GSA 2017 Annual Meeting and Exhibition, Geological Society of America Abstracts with Programs 49/6.
- Cvetko Tešović B**, **Martinuš M**, **Vlahović I** (2018): Facies and biostratigraphy of the latest Maastrichtian to earliest Palaeocene platform carbonates of the Island of Brač (Croatia). U: Zbornik povezetkov / Book of abstracts (ur: Novak M, Rman N), 5. slovenski geološki kongres, Velenje / Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 36–37.
- Cvetko Tešović B**, **Martinuš M**, **Vlahović I** (2018): Subaerial exposure surface within Paleocene carbonates as a regional event marking the end of Adriatic Carbonate Platform deposition on the island of Brač, Croatia. GSA 2018 Annual Meeting and Exhibition, Geological Society of America Abstracts with Programs 50/6, D56. Sediments, Carbonates: 74-1.
- Lužar-Oberiter B**, **Cvetko-Tešović B**, Moro A, **Martinuš M**, Aščić Š, **Marković F**, **Balen D** (2016): Tracing Late Cretaceous geodynamics in the Dinarides from mixed siliciclastic–carbonate detritus of synorogenic basins. Working group on sediment generation, Third meeting, Programme and Abstracts, 50–51, Leuven, Belgija.
- Lužar-Oberiter B**, **Cvetko-Tešović B**, Moro A, **Martinuš M**, Aščić Š, **Marković F**, **Balen D** (2019): Detrital signatures of Late Cretaceous to Paleogene Adria–Europe collision in the Dinarides. IAS 2019
- Martinuš M**, **Cvetko Tešović B**, **Vlahović I** (2018): Latest Cretaceous to earliest Paleocene scleractinian coral–stromatoporoid patch reefs on periodically emerging carbonate platform, the Island of Brač (Croatia). U: Zbornik povezetkov / Book of abstracts 8ur: Novak M, Rman N), 5. slovenski geološki kongres, Velenje / Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 2018, 62–63.
- Márton E, **Pavelić D**, Vranjković A, Čosović V (2016): Tectonically oriented paleomagnetic study of the Pag and Drniš–Sinj intramontane basins, External Dinarides. Lake – Basin – Evolution, RCMNS Interim Colloquium 2016: 49–50. Zagreb, Hrvatska.
- Mišur I, Belak M, **Balen D** (2016): Metamorfna evolucija kloritoidnih škriljavaca niskog stupnja metamorfizma na Medvednici. Simpozij studenata doktorskih studija PMF-a, Knjiga sažetaka:64–65, Zagreb.

- Petrinec Z, Olić I, Balen D** (2019): From magmatic stoping to hybridization: snapshots of granite emplacement processes and interactions in a shallow crustal magma chamber. EGU General Assembly 2019, Geophysical Research Abstracts 21:EGU2019–285. Beč, Austria.
- Schlagintweit F, **Cvetko Tešović B** (2015): The benthic foraminifera *Rectochrysalidina gusici* n. gen., n. sp. (family Chrysalidinidae NEAGU, 1968) from the Lower Campanian of Brač island, Croatia. U: Abstracts, International scientific meeting 100th birth anniversary of Vanda Kochansky-Devidé, full member of Academy (ur: Lenardić MJ, Hernitz Kučenjak M, Premec Fuček V, Sremac J), Zagreb, 77–77.
- Schneider P, Balen D**, Opitz J, Massonne H-J (2018): Morphology of zircons from the Pannonian Basin basement (Croatia) as a tracer of hot magma chambers. EGU General Assembly 2018, Geophysical Research Abstracts 20:EGU2018-3851. Beč, Austria.
- Schneider P, Balen D**, Massone H-J, Opitz J (2019): Cretaceous rift-related magmatism in the suture zone of Adria microplate and European plate (Slavonian Mts., Croatia). 9th Mineralogical-petrological Conference Petros 2019, Bratislava, Slovačka.
- Schneider P, Balen D**, Massonne H-J, Opitz J (2019): Coeval magmatism in the Cretaceous in a zone between the European and Adria plates in Croatia: same source of alkali magmatism? EGU General Assembly 2019, Geophysical Research Abstracts 21:EGU2019-7512. Beč, Austria.
- Tibljaš D**, Topalović E, **Balen D** (2017): Clay minerals as thermal history indicators of Inner Dinarides lithologies from the surroundings of Hrvatska Kostajnica (Croatia). Scientific Research Abstracts 7:756–756.
- Vlahović I, Cvetko Tešović B, Martinuš M** (2017). Probable Connections of the Mesozoic Adriatic Carbonate Platform with Surrounding Continental Areas as Indicated by Dinosaur Trackways. GSA 2017 Annual Meeting and Exhibition, Geological Society of America Abstracts with Programs 49/6.

## OCJENSKI RADOVI

- Golec I (2017): Facijesi i stratigrafija mastrihtskih naslaga uvale Likva, otok Brač, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 17. ožujka 2017, voditelji: **Cvetko Tešović B, Martinuš M**.
- Gruić Jukić A (2015): Petrološke i mikrotektonske značajke stijena niskog stupnja metamorfizma na Medvednici, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 15. listopada 2015, 42 str, voditelj: **Balen D**.
- Ileković N (2017): Donjokampanske biote formacije Gornji Humac otoka Brača, završni rad na preddiplomskom studiju. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 18. rujna 2017, 36 str, voditelj: **Cvetko Tešović B**.
- Juranić V (2015): Geneza različitih pojava oblika turmalina iz granitoidnih stijena Moslavačke gore, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 29. rujna 2015, 71 str, voditelj: **Balen D**, neposredni voditelj: **Petrinec Z**.



- Matić M (2018): Granatski amfiboliti kao indikatori uvjeta metamorfizma u Krivajsko–konjuškom ultramafitnom masivu, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 19. prosinca 2018, 59 str, voditelj: **Balen D.**
- Mišur I (2017): Geodinamska evolucija metasedimentnih stijena niskog stupnja metamorfizma na Medvednici, doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 27. lipnja 2017, 215 + XVII str, voditelj: **Balen D, Belak M.**
- Mrvac N (2019): Promjena facijesa u naslagama starijeg paleogena uvale Likva, otok Brač, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 22. veljače 2019, 50+V str., voditelji: **Cvetko Tešović B, Martinuš M.**
- Olić I (2016): Mikrotektonska i petrografska analiza milonita juga Moslavačke gore, završni rad na preddiplomskom studiju. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 13. rujna 2016, 29 str, voditelj: **Balen D.**
- Pocnić D (2018). Donjoaptske naslage Istre, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 21. rujna 2018, 32 str, voditelj: **Cvetko Tešović B.**
- Premužak L (2017): P-T put metamorfnih stijena amfibolitnog facijesa iz Dinaridske ofiolitne zone, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, voditelj: **Balen D.**
- Ritossa A (2018). Donjokredne emerzijske pojave u kamenolomu Selina kraj Svetog Lovreča, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 28. veljače 2018, 97 str, voditelji: **Tibljaš D, Cvetko Tešović B.**
- Schneider P (2017): Geneza granita Požeške gore na temelju petrografije te morfoloških, kemijskih i spektroskopskih značajki cirkona, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 8. prosinca 2017, 93+VIII str, voditelj: **Balen D.**
- Šenolt N (2018): Emerzijska površina u paleocenskim karbonatnim naslagama uvale Likva, otok Brač, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 16. studeni 2018, 45+V str, voditelji: **Cvetko Tešović B, Martinuš M.**
- Topalović E (2017): Minerali glina kao indikatori termalnih promjena u stijenama u okolici Hrvatske Kostajnice, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, voditelj: **Tibljaš D.**
- Varga A (2018): Mikrofosilne zajednice vršnog dijela formacije Gornji Humac uvale Blaca, otok Brač, diplomski rad. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 23. veljače 2018, 66 str, voditelj: **Cvetko Tešović B.**
- Zdravec J (2017): Analiza i interpretacija akcesornih minerala u granitoidnim valuticama konglomerata Plavičevice (Banovina), završni rad na preddiplomskom studiju. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 22. rujna 2017, 22 str, voditelj: **Balen D.**

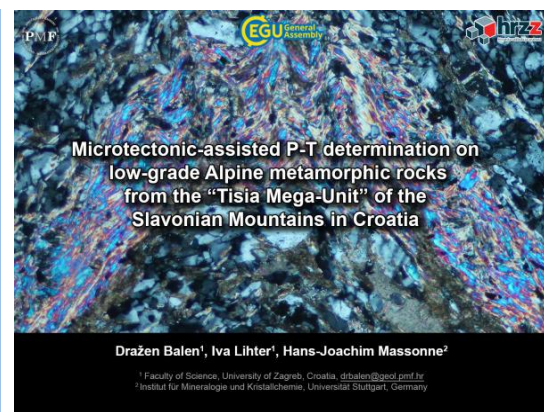
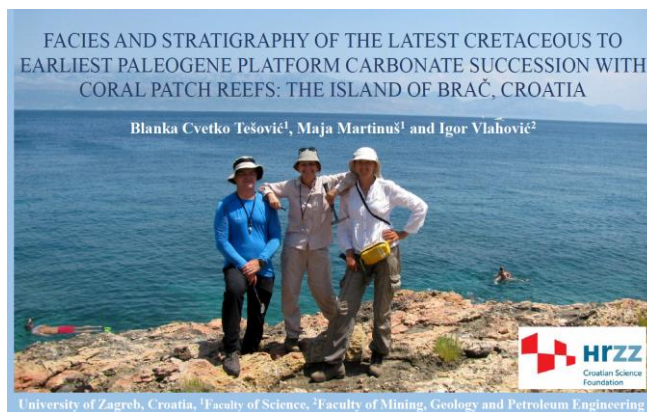
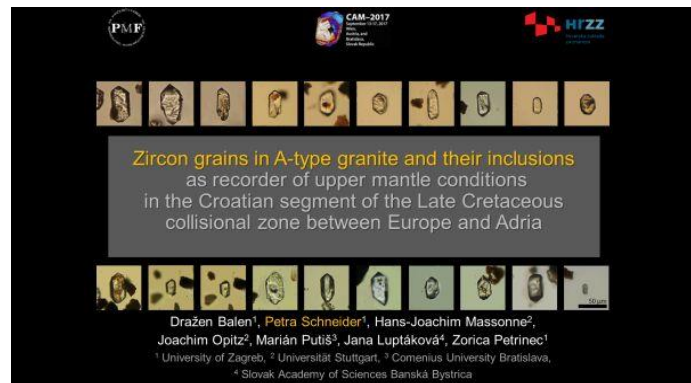
**OSTALI DOPRINOSI**

- Balen D** (2016): Znanstveno-istraživački projekt Kredni geodinamski dokazi u području Dinarida i Panonskog bazena (Cretaceous GEodynamic PROOFs in the Dinarides and Pannonian Basin – GEOPROOFS IP-2014-09-9541). *Vijesti Hrvatskog geološkog društva* 53/1:40–41.
- Cvetko Tešović B** (2017): Geological evolution of the Adriatic–Dinaridic Carbonate Platform. Pozvano predavanje Geosciences Lunchtime Speaker, Clark Science Center Smith College (Northampton, MA, USA), 24. veljače 2017.
- Olić I (2018): Intruzija krednog granita u stijene starijeg metamorfnog sklopa: procesi fragmentacije, smještavanja i lokalne interakcije na području kristalina Moslavačke gore, rad predložen za Rektorovu nagradu u akad. god. 2017/18. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 58 str, voditelj: **Petrinec Z.**
- Schneider P** (2016): Morfološke značajke cirkona kao pokazatelj procesa nastanka krednih granita Požeške gore, rad prijavljen za Rektorovu nagradu u akad. god. 2015/16. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 44 str, voditelj: **Balen D.**
- Schneider P** (2017): Prostorna analiza varijacije petrografskih, mikrotektonskih, paragenetskih i geotemobarometrijskih značajki zelenih škriljavaca središnjeg dijela Medvednice, rad predložen za Rektorovu nagradu u akad. god. 2016/17. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 83 str, voditelj: **Balen D.**
- Vlahović I** (2017): When did Croatia become part of Europe? Pozvano predavanje Geosciences Lunchtime Speaker, Clark Science Center Smith College (Northampton, MA, USA), 19. listopada 2017.

## Galerija

Sve fotografije prikazane u galeriji snimili su članovi projekta GEOPROOFS.  
Kompletna fotodokumentacija nalazi se na službenim mrežnim stranicama projekta  
[www.pmf.unizg.hr/geol/geoproofs](http://www.pmf.unizg.hr/geol/geoproofs).

Diseminacija rezultata istraživanja aktivno je provođena tijekom cijelog trajanja projekta kroz brojna usmena i posterska priopćenja na znanstvenim skupovima.



A najvjernija publika (možda i budući geolozi :) su, naravno, oni...





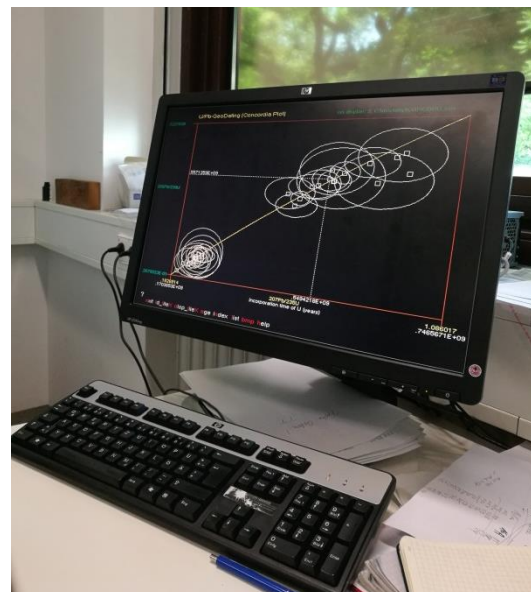
Osim kroz izradu ocjenskih radova, studenti su poticali na aktivno uključivanje u znanstveni rad na projektu mentoriranjem radova koji su prijavljivani na različite natječaje kojima se potiče znanstvena izvrsnost među mladim kolegama.



Iza predstavljenih rezultata se kriju vrlo specifične metode rada, ovisno o vrsti stijena koja se istraživala i o tome što se željelo saznati. Suradne međunarodne institucije uvijek su nas srdačno primale i spremno ustupale na korištenje svoje analitičke resurse. Na tome im i ovom prilikom veliko hvala!



Datiranje cirkona LA-ICP-MS tehnikom (Institut für Mineralogie, Stuttgart).



A ovako sve to obično počinje i završava...

